

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 9 月 1 日 (01.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/081513 A1

(51) 国際特許分類: H04N 1/04, 1/387, 1/40, G06T 1/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/009109
(22) 国際出願日: 2004 年 6 月 28 日 (28.06.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2004-044662 2004 年 2 月 20 日 (20.02.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三
菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI

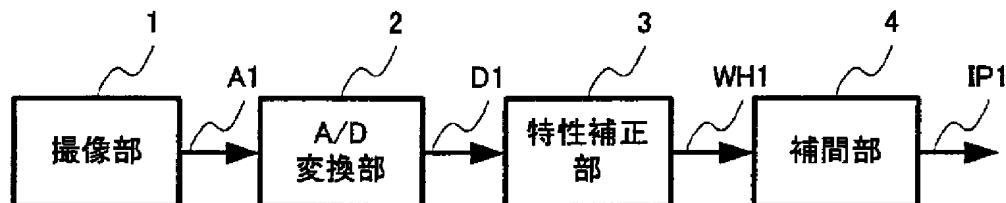
KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内
二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 染谷潤 (SOMEYA,
Jun) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目
2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 奥野好章
(OKUNO, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田
区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo
(JP). 山中聡 (YAMANAKA, Satoshi) [JP/JP]; 〒1008310
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株
式会社内 Tokyo (JP). 白木徹 (SHIRAKI, Toru) [JP/JP];
〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 有本浩延 (ARIMOTO,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE READ DEVICE AND SIGNAL PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 画像読取装置、および信号処理方法



1...IMAGING SECTION
2...A/D CONVERSION SECTION
3...CHARACTERISTIC CORRECTION SECTION
4...INTERPOLATION SECTION

(57) Abstract: After correcting (3) irregularities of characteristics of imaging elements (8(1), 8(2)), interpolation data on lacking pixels is obtained (4). The correction (3) of the irregularities of the characteristics includes, for example, a black level correction (9) and a sensitivity correction (10). The interpolation includes, for example, interpolation calculation (14(1), (14(2)) so that the average value of the pixel values including lacking pixels is equal to the average value of the pixel values not including lacking pixels and interpolation calculation (14(0)) for obtaining the average of the right and left pixels of the lacking pixels. Among these, one which has smallest error is selected (13, 15). Thus, it is possible to appropriately interpolate lacking pixels contained in an image having a high periodicity and accurately perform interpolation even when sensitivity characteristics of the imaging elements constituting the contact image sensor are irregular.

(57) 要約: 撮像素子 (8 (1), (8 (2)) の特性のばらつきを補正 (3) した後に欠落画素の補間データを求める (4)。特性のばらつきを補正 (3) は、例えば黒レベルの補正 (9) と感度補正 (10) とを含む。補間は、例えば欠落画素を含む複数の画素の値の平均値と欠落画素を含まない複数の画素の値の平均値が等しくなるような補間演算 (14 (1))

[続葉有]



WO 2005/081513 A1



Hironobu] [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内
二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 前田実, 外(MAEDA, Minoru et al.); 〒
1510053 東京都渋谷区代々木 2 丁目 1 6 番 2 号 甲
田ビル 4 階 前田特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

、14(2))と、欠落画素の左右の画素の平均を求める補間演算(14(0))とを含み、これらのうち誤差の
少ないものを選択する(13、15)。こうすることで、周期性の高い画像に含まれる欠落画素を適切に補間する
ことができ、しかも密着イメージセンサーを構成する個々の撮像素子の感度特性などにばらつきがあっても、高精
度に補間を行うことができる。

明 細 書

画像読取装置、および信号処理方法

技術分野

[0001] この発明は、密着型イメージセンサーを用いた画像読取装置、および信号処理方法に関する。

背景技術

[0002] 従来の画像読取装置においては、欠落画素の隣接画素の平均値を補間データとする方法、最小自乗法を使って欠落画素に隣接する画素の回帰直線を求め、その回帰直線から補間データを計算する方法、欠落画素に隣接する4画素から4次式の曲線を求め、その4次式から補間データを計算する方法などを使って欠落画素の補間データを計算する(例えば、特許文献1参照)。

[0003] 特許文献1:特開2003-101724公報(第5-6頁、第3-5図)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の画像読取装置では、密着イメージセンサーの撮像素子の間隔が不均等になる部分(撮像素子が無いことに等価であるので、以降、欠落画素と呼ぶ)に対して線形補間や高次の関数を用いて補間を行うので、密着イメージセンサーを構成する個々の撮像素子の感度特性などのばらつきにより正しく補間できないことがあり、読取り画像の品質が低くなる。特に周期性の高い画像を読取った場合の補間結果では、大きな誤差が発生するので、読取り画像の画質が著しく劣化する。

[0005] この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、周期性の高い画像に含まれる欠落画素を適切に補間することができ、しかも密着イメージセンサーを構成する個々の撮像素子の感度特性などにばらつきがあっても、高精度に補間を行うことができる画像読取装置、および信号処理方法を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] この発明は、
複数の撮像素子を1列に配置したイメージセンサーによって画像を読取る画像読取

装置であって、

複数の撮像素子を有する複数のセンサーチップを互いに接続されて一列に配置した撮像部と、

撮像部から出力される画像信号をデジタル画素データに変換するA/D変換部と、
前記センサーチップの撮像素子の特性のばらつきを補正する特性補正部と、

前記複数のセンサーチップ相互の接続部において発生する画素データの欠落を補間する補間部とを備え、

上記特性補正部で上記撮像素子の特性のばらつきを補正した後に上記補間部で上記欠落画素の補間処理を行う

ことを特徴とした画像読取装置を提供する。

発明の効果

- [0007] 本発明による画像読取装置においては、密着イメージセンサーで読取った画像データに対して撮像素子に固有の特性のばらつきを補正した後で補間処理を実施するようにしたので、欠落画素を含む密着イメージセンサーを用いた場合であっても、品質の高い読取り画像を得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施の形態1の画像読取装置の構成を示すブロック図である。
[図2]図1の撮像部を示す概略図である。
[図3]図2の撮像部の一部を拡大して示す概略図である。
[図4]図2の特性補正部の詳細を示すブロック図である。
[図5](a)乃至(e)は、図4の黒補正回路の動作を示す図である。
[図6](a)乃至(e)は、図4の感度補正回路の動作を示す図である。
[図7]図3の撮像部における撮像素子と欠落画素の関係を示す図である。
[図8](a)乃至(e)は、図7に示す欠落画素の補間処理の概念を示す図である。
[図9]図2の補間部の詳細を示すブロック図である。
[図10](a)及び(b)は、実施の形態1の画像読取装置の補間部で処理される画素列及び画素の組を示す図である。
[図11]実施の形態1の画像読取装置の補間部で複数のテスト画素について補間を

行ったときの各補間演算回路の評価結果を示す図である。

[図12]実施の形態1の画像読取装置の補間部の各補間演算回路の総合評価結果を示す図である。

[図13]実施の形態1の画像読取装置の補間部の具体例を示すブロック図である。

[図14](a)乃至(c)は、実施の形態1の画像読取装置の補間部で処理される画素データの一例を示す図であり、(a)は画像の濃淡を示す図、(b)は波形図、(c)は欠落画素及びその近傍に位置するテスト画素を示す図である。

[図15](a)乃至(c)は、実施の形態1の画像読取装置の補間部で処理される画素列を示す図である。

[図16](a)乃至(e)は、実施の形態1の画像読取装置の補間部で処理される一連の画素中の欠落画素及びその近傍に位置するテスト画素を示す図である。

[図17](a)乃至(e)は、実施の形態1の画像読取装置の補間部で処理される一連の画素中の欠落画素及びその近傍に位置するテスト画素を示す図である。

[図18](a)乃至(e)は、実施の形態1の画像読取装置の補間部で処理される一連の画素中の欠落画素及びその近傍に位置するテスト画素を示す図である。

[図19]実施の形態1の画像読取装置の補間部で複数のテスト画素について補間を行ったときの各補間演算回路の評価結果を示す図である。

[図20]実施の形態1の画像読取装置の補間部の各補間演算回路の総合評価結果を示す図である。

[図21](a)及び(b)は、実施の形態1の画像読取装置の画素補間部で処理される画素データの一例を示す図であり、(a)は波形図、(b)は欠落画素及びその近傍に位置するテスト画素を示す図である。

[図22]実施の形態1の画像読取装置の補間部で複数のテスト画素について補間を行ったときの各補間演算回路の評価結果を示す図である。

[図23]実施の形態1の画像読取装置の補間部の各補間演算回路の総合評価結果を示す図である。

[図24](a)及び(b)は、実施の形態1の画像読取装置の補間部で処理される画素データの一例を示す図であり、(a)は波形図、(b)は欠落画素及びその近傍に位置す

るテスト画素を示す図である。

[図25]実施の形態1の画像読取装置の補間部で複数のテスト画素について補間を行ったときの各補間演算回路の評価結果を示す図である。

[図26]実施の形態1の画像読取装置の補間部の各補間演算回路の総合評価結果を示すにおける図である。

[図27]実施の形態2の画像読取装置の補間部の平均維持補間回路の詳細を示すブロック図である。

[図28]実施の形態2の画像読取装置の補間部で処理される画素列を示す図である。

[図29]実施の形態2の画像読取装置の補間部で処理される画素データの一例を示す波形図である。

[図30]実施の形態3における信号処理方法の動作を示すフローチャートである。

[図31]実施の形態3における補間動作を示すフローチャートである。

[図32]実施の形態4の画像読取装置の構成を示すブロック図である。

[図33]図32の撮像部を示す概略図である。

[図34]図32のA/D変換部の詳細を示すブロック図である。

[図35]実施の形態5の画像読取装置の撮像部における撮像素子と欠落画素の関係を示す図である。

[図36]実施の形態5の画像読取装置の構成を示すブロック図である。

[図37]実施の形態6の画像読取装置の撮像部における撮像素子と欠落画素の関係を示す図である。

[図38]実施の形態6の画像読取装置の構成を示すブロック図である。

符号の説明

- [0009] 1 撮像部、2 A/D変換部、3、3R、3G、3B 特性補正部、4、4R、4G、4B 補間部、5 密着イメージセンサー、6 センサーチップ、7 光源、8 撮像素子、9 黒補正回路、10 感度補正回路、11 黒補正データ発生回路、12 感度補正データ発生回路、13 出力回路、14(0) 左右平均補間演算回路、14(1)〜14(n) 平均維持補間演算回路、15 選択信号生成部、16 管理回路、17 採点回路、20 出力制限部、21 補間回路、31 撮像部、32 分配部

、 41 撮像部。

発明を実施するための最良の形態

[0010] 実施の形態1.

図1は本発明による画像読取装置の構成を示す図である。

本発明による画像読取装置は、撮像部1、A/D変換部2、特性補正部3、および補間部4を備える。

撮像部1は、後述のように、一次元的に配列された複数の撮像素子を有し、画像を一次元的に読取って画像信号を出力する。A/D変換部2は、撮像部1から出力される画像信号を一連のデジタル画素データに変換する。画素データはそれぞれ撮像素子に対応する画素の値を表す。特性補正部3は、A/D変換部2から出力される画素データに対し、撮像部1の撮像素子の特性のばらつきを補正して、補正データを出力する。補間部4は、特性補正部3から出力される補正データに基づいて欠落画素データを補間する。

図2は、撮像部1を示す図である。図示の撮像部1は、密着イメージセンサー5で構成される。密着イメージセンサー5は、基板5a上に互いに接続されて一列に配置された複数の、例えばa個のセンサーチップ6(1)〜6(a)と、光源7とを備えている。

図3は、密着イメージセンサー5のセンサーチップ6(1)、及びセンサーチップ6(2)をより詳細に示す図である。

センサーチップ6(1)、6(2)、6(3)の各々は、図示のように、複数の、例えばb個の撮像素子8(1)〜8(b)を有する。撮像素子8(1)〜8(b)の各々は、1画素に対応する。

なお、複数のセンサーチップのすべてに共通する説明をするときは、符号「6」を用いることがあり、同様に、複数の撮像素子のすべてに共通する説明をするときは、符号「8」を用いることがある。

[0011] センサーチップ6の上の撮像素子8(1)〜8(b)は、間隔dw1で直線上に配置される。また、互いに接続される2つのセンサーチップ6の隣接端部に位置する撮像素子は互いに距離dw2だけ隔てられている。

例えば、センサーチップ6(1)の右端の撮像素子8(b)とセンサーチップ6(2)の左

端の撮像素子8(1)の距離がdw2である。

ここで、dw2が、dw1のおおよそ2倍になるようにセンサーチップを配置し、センサーチップ相互間に一つの欠落画素があるものとして補間処理をするのが、高品質な補間結果を得ることができるので、以下そのような場合について説明するが、本発明は必ずしもこれに限定されるものではなく、距離に応じた補間処理を行うことができる。

[0012] 図4は、特性補正部3の構成を示す図である。図示の特性補正部3は、撮像素子8の黒レベルの特性を補正して、黒補正処理された画像データBK1を出力する黒補正回路9と、撮像素子8の感度を補正して、感度補正処理された画像データWH1を出力する感度補正回路10と、黒補正回路9で用いる黒補正データBC1を発生する黒補正データ発生回路11と、感度補正回路10で用いる感度補正データWC1を発生する感度補正データ発生回路12とを有する。

[0013] 次に、特性補正部3までの動作について説明する。

密着イメージセンサー5が出力する画像信号A1は、A/D変換部2に入力される。密着イメージセンサー5は、タイミング制御信号によって制御されることで、光源7の点灯および消灯、画像の読取タイミング、画像信号A1の出力タイミングが決定されるが、ここでは画像信号A1が所定のタイミングで出力されるものとして図示しない。なお、密着イメージセンサー5に備えられたセンサーチップ6(1)ー6(a)は、読取画素数に応じて複数のチップが主走査方向に一系列に接続されるように構成されており、画像信号A1は、センサーチップ6(1)の撮像素子8(1)からセンサーチップ6(a)の撮像素子8(b)までの読取画素の値が連続的あるいは間欠的に読み出されることで1ラインの画像信号を構成し、さらに密着イメージセンサー5が副走査方向に移動するか原稿が移動するなどして、所定のタイミングで該1ラインの画像信号を繰り返し読み出すことで2次元の画像信号を形成する。

[0014] この2次元の画像信号は、走査方向に対応する水平方向と副走査方向に対応する垂直方向にマトリクス状に並んだ複数の画素の集合で構成される。

[0015] A/D変換部2に入力された画像信号A1は、撮像部1から出力される画像信号A1を構成する各画素の値をサンプリングしてデジタルの画像データD1に変換する。A

／D変換部2が出力する画像データD1は、特性補正部3に入力される。

[0016] 特性補正部3に入力された画像データD1は、黒補正回路9に入力される。黒補正回路9は、入力された画像データD1を黒補正データ発生回路11が発生する黒補正データBC1に従って、画像データD1に含まれる各撮像素子8の黒レベルのばらつきを補正する。ここで黒レベルのばらつきとは、各撮像素子8に光が入力されない場合に出力される信号レベルのばらつきを意味する。黒補正データ発生回路11は、あらかじめ作成されている1ラインの画素数分の黒補正データを保持し、黒補正回路9に入力される画像データD1の各画素に対応した黒補正データBC1を出力する。1ライン上の画素の番号をpとし、画素番号pの画素について、

A／D変換部2から出力される画像データD1、
黒補正データ発生回路11により発生された黒補正データBC1
黒補正回路9で黒補正処理された画像データBK1、
をD1(p)、BC1(p)、BK1(p)で表すと、黒補正回路9における補正処理は、以下の式で表すことができる。

$$BK1(p) = D1(p) - BC1(p)$$

[0017] 図5は、黒補正回路9における補正動作の概念を説明するための図である。図5(a)は原稿面の少なくとも「読取位置」と表示した位置において主走査方向(図で水平方向)の全体に亘り、黒画素が続く、黒の読取り画像、図5(b)は、図5(a)に示された「読取位置」における画像の明るさ、図5(c)は、読取り画像に対応するセンサーチップの水平方向(主走査方向)の位置関係、図5(d)は、センサーチップが読取った画像の明るさを示すデータの一例、図5(e)は、黒補正回路9が出力する補正後の画像データBK1である。

図5(d)に示したように、センサーチップ6(1)、6(2)上の撮像素子8は、それぞれ黒を示すデータ5(d)にばらつきがある。黒補正回路9では、このばらつきを補正して、5(e)に示したように、黒い画像を読取ったとき(あるいは光が撮像素子8に入力されないとき)のデータを均一化するように働く。すなわち黒補正データ発生回路11は、各撮像素子8に光が入らないときの出力データをあらかじめ作成し保持することで黒補正データBC1を発生することができる。この黒補正データ発生回路11に保持された

データが上記式のBC1(p)として黒補正回路9に与えられることで、各撮像素子8単位の黒レベルの補正処理が行われる。

- [0018] 以上黒補正回路9は、各々の撮像素子8ごと(1画素単位)に補正処理を行う場合について説明したが、例えば8(1)と8(2)というように複数の、例えば互いに隣接する撮像素子8の黒レベルのばらつきの平均あるいは代表値を保持しておき、これに対する1つの補正データで複数の撮像素子8の画素データを補正するように構成しても良く、これにより、黒補正データ発生回路11に保持する黒補正データBC1の数を削減することができる。

代表値は、所定の基準で選択されたいずれか一方の値であり、代表値としては、例えば大きい方の値を選択しても良く、小さい方の値を選択しても良く、主走査方向の一方の側の撮像素子8の黒レベルを選択しても良い。

- [0019] 次に、黒補正回路9が出力する補正後の画像データBK1は、感度補正回路10に入力される。感度補正回路10は、入力された画像データBK1を感度補正データ発生回路12が発生する感度補正データWC1にしたがって、各撮像素子8の感度のばらつきを補正する。ここで、感度のばらつきとは、各撮像素子の出力信号のダイナミックレンジのばらつき、すなわち光源7から光が白色の原稿面で反射して各撮像素子8に光が入力した場合の出力信号のレベルと、光が全く入力されない場合の出力信号のレベルとの差のばらつきを意味する。この場合、光源7が発する光の量のばらつきによる影響も、ここで言う感度のばらつきに含まれる。

- [0020] 感度補正データ発生回路12は、あらかじめ作成されている1ラインの画素数分の感度補正データを保持し、感度補正回路10に入力される画像データBK1の各画素に対応した感度補正データWC1を出力する。1ライン上の画素の番号をpとし、画素番号pの画素について、黒補正回路9で黒補正処理された画像データBK1、感度補正データ発生回路12から発生される感度補正データWC1、感度補正回路10が出力する感度補正処理された画像データWH1をBK1(p)、WC1(p)、WH1(p)で表すと、感度補正回路10における補正処理は、以下の式で表すことができる。

$$WH1(p) = BK1(p) * TG / WC1(p)$$

ここで、TGは、白を示す階調値である。

[0021] 図6は、感度補正回路10における補正動作の概念を説明するための図である。図6(a)は、原稿面の少なくとも「読取位置」と表示した位置において主走査方向(図で水平方向)の全体に亘り、白画素が続く、白の読取り画像、図6(b)は、図6(a)に示された読取位置における画像の明るさ、図6(c)は、読取り画像に対するセンサーチップの水平方向(主走査方向)の位置関係、図6(d)は、センサーチップが読取った画像の明るさを示す、黒レベル補正後のデータ、図6(e)は、感度補正回路10が出力する補正後の画像データWH1である。

図6(d)に示したように、センサーチップ6上の各撮像素子8は、それぞれ白を示すデータにばらつきがある。感度補正回路10では、このばらつきを補正して、図6(e)に示したように、白い画像を読取ったときのデータを均一化するように働く。すなわち感度補正データ発生回路12は、基準となる白い画像を読取ったデータに黒レベル補正処理を施した画像データをあらかじめ作成して保持することで、感度補正データWC1を発生することができる。この感度補正回路12に保持されたデータが上記式のWC1(p)として感度補正回路10に与えられることで、各撮像素子8の感度の補正処理が行われる。

[0022] 以上のように感度補正回路10は、各々の撮像素子8ごと(1画素単位)に補正処理を行う場合について示したが、例えば8(1)と8(2)というように複数の、例えば互いに隣接する撮像素子8の補正データの平均あるいは代表値を保持しておき、これに対する補正データで複数の撮像素子8の画素データを補正するように構成しても良く、これにより、感度補正データ発生回路12に保持する感度補正データWC1の数を削減することができる。

代表値は、所定の基準で選択されたいずれか一方の値であり、代表値としては、例えば大きい方の値を選択しても良く、小さい方の値を選択しても良く、主走査方向の一方の側の撮像素子8に対応する補正データを選択しても良い。

[0023] 感度補正回路10が出力する画像データWH1は、補間部4に入力され、画素データの補間処理が行われ、補間された画素データを含む画像データIP1が補間部4から出力される。補間部4における補間処理の概要を図7および図8を用いて説明する。図7は、センサーチップ6とセンサーチップ6上に配置された撮像素子8の主走査方

向の位置と、各位置に対応する画像データWH1、および画像データIP1の関係を模式的に表現した図である。図7では、8個の撮像素子8が個々のセンサーチップ6に配置された場合、即ち $b=8$ の場合について説明する。図において、WH1(1)〜WH1(8)は、センサーチップ6(1)の撮像素子8(1)〜8(8)に対応する画素データ、WH1(10)〜WH1(17)は、センサーチップ6(2)の撮像素子8(1)〜8(8)に対応する画素データである。センサーチップ6(1)の撮像素子8(8)とセンサーチップ6(2)の撮像素子8(1)は、 $dw1$ よりも大きい $dw2$ の間隔で配置されているので、画素データWH1(9)に相当する撮像素子は無い。すなわち画像信号WH1では、画素データWH1(9)に対応する画素が欠落しているものとして扱う。例えば、 $dw2$ を $dw1$ の2倍として、センサーチップ6(1)の撮像素子8(8)とセンサーチップ6(2)の撮像素子8(1)の中間に一つの画素が欠落しているものとして扱う。

[0024] 補間部4では、この欠落している画素データWH1(9)を補間演算により算出することで、補間後の画像データIP1(9)を出力する。補間部4は、センサーチップ6の間で欠落している全ての画素データについて、この補間処理を行うことで、欠落している画素の無い画像データIP1を出力する。

[0025] 図8は、「読取位置」と表示した位置において主走査方向(図で水平方向)の左から右に徐々に明るくなる原稿を補間部4が補間処理した場合の動作を説明した図である。図8(a)は、前述した原稿、図8(b)は、図8(a)に示した読取位置における原稿の明るさを示した図、図8(c)は、原稿に対するセンサーチップ6の主走査方向の位置関係を示す図、図8(d)は、図8(c)に示したセンサーチップ6が出力した画像信号に対して、A/D変換部2および特性補正部3で前述した処理が施された画像データWH1の明るさを示す図で、前述したとおり画素データWH1(9)と画素データWH1(17)が欠落している状態を示している。図8(e)は、図8(d)に示された画像データを補間部4で補間処理した結果を示した図で、図8(d)の画素データWH1(9)と画素データWH1(17)として、データIP1(9)とデータIP1(17)が補間されている状態を示している。

[0026] 図8(d)、(e)に示したとおり、補間部4は、撮像素子8の間隔が広く配置された位置(それぞれのセンサーチップ6の間)で欠落する画素データを補間する。

- [0027] なお、上記説明では、dw2をdw1の倍として説明したが、これに限ることはなく、dw1とdw2の比率に応じた画素数を補間することも可能である。
- [0028] (補間部4の詳細な説明)
- 以降、補間部4のより詳細な構成と動作について説明する。
- [0029] 図9は実施の形態1における補間部4のより詳細な構成を示す図である。
- [0030] 図示の補間部4は、左右平均補間演算回路14(0)と、第1〜第nの平均維持補間演算回路14(1)〜14(n)と、選択信号生成部15と、出力回路13とを有する。選択信号生成部15は、管理回路16、及び採点回路17を有する。
- [0031] 画像データWH1は左右平均補間演算回路14(0)およびn個の平均維持補間演算回路、即ち第1の平均維持補間演算回路14(1)、第2の平均維持補間演算回路14(2)、…、第nの平均維持補間演算回路14(n)、並びに採点回路17に入力される。
- [0032] 左右平均補間演算回路14(0)は画像データWH1に基づいてテスト補間データTD0と補間データDI0を出力する。左右平均補間演算回路14(0)から出力されたテスト補間データTD0は採点回路17に入力され、補間データDI0は出力回路13に入力される。
- [0033] 左右平均補間演算回路14(0)は、補間対象画素、例えば欠落画素の左右に位置する隣接画素の値の平均値を補間データとして生成する。なお、ここで言う「左右」は一連の画素を水平方向に並べたとき、補間対象画素の左右に位置することを意味するものであり、一連の画素を時系列データとするときは、「前後」に位置するものがこれに相当する。
- 第1〜第nの平均維持補間演算回路14(1)〜14(n)の各々は、補間対象画素、例えば欠落画素の近傍に位置し、補間対象画素を含む複数の画素の値の平均値と補間対象画素を含まない複数の画素の値の平均値が互いに等しくなるように補間を行って補間対象画素の画素データを求める。例えば補間対象画素を含む所定数の画素から成る画素の組の画素データの平均値と、補間対象画素を含まない所定数の画素から成る画素の組の画素データの平均値とが互いに等しくなるように補間を行う。

画素の組の各々は、例えば、欠落画素と同じ行に位置する単一の画素の列で構成しても良く、また欠落画素と同じ行のみならず、異なる行にも位置する複数の列で構成しても良い。

例えば、補間対象画素を含む所定数の画素と補間対象画素を含まない所定数の画素とは一部が互いに重複するように選択される。

上記の所定数を指定するデータとして、第1の平均維持補間演算回路14(1)〜第nの平均維持補間演算回路14(n)に、それぞれパラメータ $k=k_1 \sim k_n$ が与えられる。

[0034] 互いに k_w 個の画素が重複する、補間対象画素を含む複数の画素の平均と、補間対象画素を含まない複数の画素の平均が互いに等しくなるような平均維持補間演算を行う場合には、パラメータ k 又は $k-w$ が画素周期 P_d と等しいときに、平均維持補間演算の精度が高くなる。

また、互いに重複しない、補間対象画素を含む複数の画素の平均と、補間対象画素を含まない複数の画素の平均が互いに等しくなるような平均維持補間演算を行う場合には、パラメータ k が画素周期 P_d と等しいときに、平均維持補間演算の精度が高くなる。

[0035] 第1の平均維持補間演算回路14(1)は、画像データ WH_1 およびパラメータ $k=k_1$ に基づいてテスト補間データ TD_1 と補間データ DI_1 を出力する。第1の平均維持補間演算回路14(1)から出力されたテスト補間データ TD_1 は、採点回路17に入力され、補間データ DI_1 は、出力回路13に入力される。

[0036] 同様に、第2の平均維持補間演算回路14(2)〜第nの平均維持補間演算回路14(n)は、画像データ WH_1 、およびそれぞれパラメータ $k=k_2$ 乃至 $k=k_n$ に基づいてテスト補間データ $TD_2 \sim TD_n$ と補間データ $DI_2 \sim DI_n$ をそれぞれ出力する。第2の平均維持補間演算回路14(2)〜第nの平均維持補間演算回路14(n)より出力されたテスト補間データ $TD_2 \sim TD_n$ は、採点回路17に入力され、補間データ $DI_2 \sim DI_n$ は、出力回路13に入力される。

[0037] 採点回路17は、画像データ WH_1 に基づいて(画像データとの比較により、)左右平均補間演算回路14(0)から出力されたテスト補間データ TD_0 を採点し、その結果

を採点データM0として出力する。採点回路17から出力された採点データM0は、管理回路16に入力される。

[0038] また、採点回路17は、第1の平均維持補間演算回路14(1)〜第nの平均維持補間演算回路14(n)より出力されるテスト補間データTD1〜TDnについても同様に画像データWH1に基づいて(画像データとの比較により、)採点し、それぞれの結果を採点データM1〜Mnとして出力する。採点回路17から出力された採点データM1〜Mnは、管理回路16に入力される。

[0039] 管理回路16は、採点回路17から出力された採点データM0〜Mnを評価し、その結果に基づいて選択信号Cを出力する。管理回路16から出力された選択信号Cは、出力回路13に入力される。採点データは、例えばテスト補間データと画像データとの差が小さいほど小さな値となる。例えば、テスト補間データと画像データの差の絶対値を、すべてのテスト画素について累積した(総和を求めた)値を採点データとする。そして、採点データが最も小さい補間演算回路が最も良い結果を生じるものであると判断し、その補間演算回路の出力を選択する選択信号Cを生成する。

[0040] 出力回路13は、管理回路16から出力された選択信号Cに基づいて左右平均補間演算回路14(0)および第1の平均維持補間演算回路14(1)〜第nの平均維持補間演算回路14(n)より出力された補間データDI0〜DInのうち1つを選択し出力データIP1として出力する。

[0041] 図10は、画像データWH1を2次元的に示す図であり、横方向が画像の水平方向に対応し、縦方向が画像の垂直方向に対応する。図10は、1画面の画像の一部を成す、3行の、それぞれの行の一部、即ち $m+1$ 個の画素を示す。図10において、○は実在する画素(非欠落画素)、×は欠落している画素を示す。

[0042] 欠落画素Lに対して、 $T1 \sim Tm$ で示した非欠落画素をテスト画素として定める($m=2k$ とする)。ここで、テスト画素とは、欠落画素の近傍に位置する非欠落画素であって、仮想的に欠落画素と見てテストのための補間対象画素として補間データが生成される画素であり、テスト用非欠落画素とも呼ばれる。図10(a)は、欠落画素Lを中心として主走査方向に一次的に左右両側に k 個ずつのテスト画素を設定した例である。なお、本例では、テスト画素の数(k)がパラメータ k 、即ち平均維持補間演算で平均

値を求めるときの画素の数と一致しているが、これは必須ではない。

[0043] テスト画素は、欠落画素に対して左右不均等に設定しても良いし、左右の片方だけ設定しても良い。また、図10(b)のように2次元的に設定しても良い。即ち、欠落画素Lと同じ行に位置する非欠落画素のみならず、異なる行に位置する非欠落画素をもテスト画素としても良い。

[0044] 図9および図10(a)を用いて、テスト画素T1〜Tmにおける左右平均補間演算回路14(0)、第1の平均維持補間演算回路14(1)〜第nの平均維持補間演算回路14(n)および採点回路17の動作について詳しく説明する。

[0045] まず、テスト画素T1の位置において、左右平均補間演算回路14(0)は、テスト画素T1を仮想的に欠落していると見て補間対象画素とした場合のテスト補間データTD0[T1]を出力する。テスト補間データTD0[T1]は、テスト画素T1の左右に位置する画素のデータの平均を求めることにより得られる。

採点回路17は、テスト画素T1の位置における画像データWH1(特性補正部3の出力)の画素データWH1[T1]と前記テスト補間データTD0[T1]の差分の絶対値を求め、採点データM0[T1]として出力する。採点データM0[T1]は

$$M0[T1] = | TD0[T1] - WH1[T1] |$$

となる。採点データM0[T1]が小さい場合、テスト補間データが入力画像に近い、即ち、テスト画素T1において左右平均補間演算回路14(0)の演算処理が適切であることを示す。逆に、採点データM0[T1]が大きい場合、テスト画素T1において左右平均補間演算回路14(0)の演算処理が不適切であることを示す。つまり、採点データM0[T1]は、テスト画素T1における左右平均補間演算回路14(0)の適性を示す。

[0046] 次に、左右平均補間演算回路14(0)は、テスト画素T2についても同様にテスト画素T2を仮想的に欠落していると見て補間対象画素とした場合のテスト補間データTD0[T2]を出力する。採点回路17は、テスト画素T2の位置における画像データWH1の画素データWH1[T2]と前記テスト補間データTD0[T2]の差分の絶対値を求め、採点データM0[T2]として出力する。採点データM0[T2]は

$$M0[T2] = | TD0[T2] - WH1[T2] |$$

となる。採点データM0[T2]は、テスト画素T2における左右平均補間演算回路14(0)の適性を示す。

[0047] 左右平均補間演算回路14(0)は、残りのテスト画素T3〜Tmについても同様にテスト補間データTD0[T3]〜TD0[Tm]を出力する。採点回路17は、前記テスト補間データTD0[T3]〜TD0[Tm]とそれぞれのテスト補間データに対応する画像データWH1のデータWH1[T3]〜WH1[Tm]との差分の絶対値を求め、採点データM0[T3]〜M0[Tm]として出力する。採点データM0[T3]〜M0[Tm]は

$$M0[T3] = | TD0[T3] - WH1[T3] |$$

〜

$$M0[Tm] = | TD0[Tm] - WH1[Tm] |$$

となる。採点データM0[T3]〜M0[Tm]は、テスト画素T3〜Tmにおける左右平均補間演算回路14(0)の適性を示す。

[0048] このように、採点回路17は、テスト画素T1〜Tmにおける左右平均補間演算回路14(0)が出力するテスト補間データに対応する採点データを得る。

[0049] 第1の平均維持補間演算回路14(1)についても同様にテスト画素T1の位置においてテスト画素T1を仮想的に欠落しているとして補間対象画素とした場合のテスト補間データTD1[T1]を出力する。第1の平均維持補間演算回路14(1)は、テスト画素の値を未知の値とし、テスト画素を含むk=k1個の画素の値の平均値と、テスト画素T1を含まないk=k1個の画素の値の平均値とが互いに等しくなるように、テスト画素の値を定める演算により補間を行う。

採点回路17は、テスト画素T1の位置における画像データWH1の画素データWH1[T1]と前記テスト補間データTD1[T1]の差分の絶対値を求め、採点データM1[T1]として出力する。採点データM1[T1]は

$$M1[T1] = | TD1[T1] - WH1[T1] |$$

となる。採点データM1[T1]はテスト画素T1における第1の平均維持補間演算回路14(1)の適性を示す。

[0050] 第1の平均維持補間演算回路14(1)は、残りのテスト画素T2〜Tmについても同様にテスト補間データTD1[T2]〜TD1[Tm]を出力する。採点回路17は、前記テ

スト補間データTD1[T2]〜TD1[Tm]とそれぞれのテスト補間データに対応する画像データWH1のデータWH[T2]〜WH[Tm]との差分の絶対値を求め、採点データM1[T2]〜M1[Tm]として出力する。採点データM1[T2]〜M1[Tm]は

$$M1[T2] = |TD1[T2] - WH1[T2]|$$

〜

$$M1[Tm] = |TD1[Tm] - WH1[Tm]|$$

となる。採点データM1[T2]〜M1[Tm]は、テスト画素T2〜Tmにおける第1の平均維持補間演算回路14(1)の適性を示す。

[0051] 第2の平均維持補間演算回路14(2)〜第nの補間演算回路14(n)についても同様にテスト画素T1〜Tmにおけるテスト補間データTD2[T1]…TD2[Tm]〜TDn[T1]…TDn[Tm]を出力し、採点回路17は、前記テスト補間データTD2[T1]…TD2[Tm]〜TDn[T1]…TDn[Tm]に基づいて採点データM2[T1]…M2[Tm]〜Mn[T1]…Mn[Tm]をそれぞれ出力する。

[0052] このように、全てのテスト画素T1〜Tmにおいて平均維持補間演算回路14(0)および第1の平均維持補間演算回路14(1)〜第nの平均維持補間演算回路14(n)のそれぞれの補間演算回路の適性が求められる。

[0053] 図11は、テスト画素T1〜Tmにおけるそれぞれの補間演算回路の採点データをまとめた表である。

[0054] テスト画素のテスト補間データとテスト画素の位置における画像データWH1の画素データとの差分の絶対値を用いることにより、補間処理の適性をテスト画素ごとに求めることができる。

[0055] 次に管理回路16の動作について説明する

欠落画素近傍における左右平均補間演算回路14(0)の適性を評価するために、管理回路16は、採点データM0[T1]〜M0[Tm]を加算して左右平均補間演算回路14(1)の評価データS0を生成する。評価データS0は

$$S0 = M0[T1] + M0[T2] + \dots + M0[Tm]$$

となる。評価データS0が小さい場合、欠落画素近傍における左右平均補間演算回路14(0)の演算処理が適切であることを示す。逆に、評価データS0が大きい場合、

欠落画素近傍における左右平均補間演算回路14(0)の演算処理が不適切であることを示す。

- [0056] 第1の平均維持補間演算回路14(1)〜第nの平均維持補間演算回路14(n)についても同様に欠落画素近傍における適性を評価するために、管理回路16は、採点データ $M1[T1] \cdots M1[Tm] \sim Mn[T1] \cdots Mn[Tm]$ をそれぞれ加算して第1の平均維持補間演算回路14(1)〜第nの平均維持補間演算回路14(n)の評価データ $S1 \sim Sn$ をそれぞれ生成する。評価データ $S1 \sim Sn$ は
- $$S1 = M1[T1] + M1[T2] + \cdots + M1[Tm]$$
- $$\sim$$
- $$Sn = Mn[T1] + Mn[T2] + \cdots + Mn[Tm]$$
- となる。

- [0057] 図12は、評価データ $S0 \sim Sn$ をまとめた表である。

- [0058] テスト画素ごとの採点データを加算することにより、欠落画素近傍における補間処理の適性を求めることができる。

- [0059] 評価データが小さい補間演算回路ほど欠落画素近傍の画素に対して適切に補間できるので、欠落画素においても適切に補間できると類推できる。管理回路16は、評価データ $S0 \sim Sn$ のうち最も小さい評価データをもつ補間演算回路が出力する補間データを選択するための選択信号Cを出力する。

- [0060] 出力回路13は、管理回路16から出力された選択信号Cに基づいて左右平均補間演算回路14(0)および第1の平均維持補間演算回路14(1)〜第nの平均維持補間演算回路14(n)より出力された補間データ $DI0 \sim DI_n$ のうち1つを選択し、出力データIP1として出力する。

補間データ $DI0 \sim DI_n$ のうち、補間データ $DI0$ は、左右平均補間演算回路14(0)により求められるものであり、欠落画素Lの左右に位置する画素の値を平均することにより、求められる。補間データ DI_y ($y=1 \sim n$)は、第yの平均維持補間演算回路14(y)により求められるものであり、欠落画素を含む $k=k_y$ 個の画素の値の平均値と欠落画素を含まない $k=k_y$ 個の画素の値の平均値とが互いに等しくなるように、定められる。

[0061] 図9に示した補間部4の構成は、欠落画素近傍の画素において左右平均補間演算回路14(0)および第1の平均維持補間演算回路14(1)〜第nの平均維持補間演算回路14(n)が出力するテスト補間データの採点を行い、その結果を評価して欠落画素における適切な補間演算を類推して複数の補間演算回路が出力する補間結果から1つを選択するため、欠落画素近傍の画像に適した補間演算によって欠落画素を補間することができる。

[0062] 次に、具体的な例を用いて説明する。

図13は図9における複数の平均維持補間演算回路としてパラメータ $k=5$ とした第1の平均維持補間演算回路とパラメータ $k=7$ とした第2の平均維持補間演算回路をもつ構成を示す図である。

[0063] 図13の具体例による補間部4の構成を説明する。

図13の具体例による補間部4は、出力回路13、左右平均補間演算回路14(0)、第1の平均維持補間演算回路14(1)および第2の平均維持補間演算回路14(2)、管理回路16、採点回路17を備える。

[0064] 画像データWH1は、左右平均補間演算回路14(0)、第1の平均維持補間演算回路14(1)、第2の平均維持補間演算回路14(2)および採点回路17に入力される。左右平均補間演算回路14(0)は、画像データWH1に基づいてテスト補間データTD0および補間データDI0を出力する。左右平均補間演算回路14(0)は、テスト画素の各々について、その左右に位置する画素の値の平均を求めて、テスト補間データTD0を出力し、欠落画素の左右に位置する画素の値の平均を求めて、補間データDI0を出力する。左右平均補間演算回路14(0)から出力されたテスト補間データTD0は、採点回路17に入力され、補間データDI0は、出力回路13に入力される。

[0065] パラメータ $k=5$ は、第1の平均補間演算回路14(1)に入力される。第1の平均維持補間演算回路14(1)は、画像データWH1およびパラメータ $k=5$ に基づいてテスト補間データTD1および補間データDI1を出力する。即ち、テスト画素の各々について、テスト画素の値を未知として、テスト画素の近傍に位置し、テスト画素を含む $k=5$ 個の画素の値の平均値と、テスト画素を含まない $k=5$ 個の画素の平均値が互いに等しくなるようにテスト画素の値を定めて、テスト補間データTD1を出力し、同様に、

欠落画素の近傍に位置し、欠落画素を含む $k=5$ 個の画素の値の平均値と、欠落画素を含まない $k=5$ 個の画素の平均値が互いに等しくなるように欠落画素の値を定めて、補間データDI1を出力する。第1の平均維持補間演算回路14(1)から出力されたテスト補間データTD1は、採点回路17にされ、補間データDI1は出力回路13にされる。

[0066] パラメータ $k=7$ は、第2の平均補間演算回路14(2)にされる。第2の平均維持補間演算回路14(2)は、画像データWH1およびパラメータ $k=7$ に基づいてテスト補間データTD2および補間データDI2を出力する。即ち、テスト画素の各々について、テスト画素の値を未知として、テスト画素の近傍に位置し、テスト画素を含む $k=7$ 個の画素の値の平均値と、テスト画素を含まない $k=7$ 個の画素の平均値が互いに等しくなるようにテスト画素の値を定めて、テスト補間データTD2を出力し、同様に、欠落画素の近傍に位置し、欠落画素を含む $k=7$ 個の画素の値の平均値と、欠落画素を含まない $k=7$ 個の画素の平均値が互いに等しくなるように欠落画素の値を定めて、補間データDI2を出力する。第2の平均維持補間演算回路14(2)から出力されたテスト補間データTD2は、採点回路17にされ、補間データDI2は、出力回路13にされる。

[0067] 採点回路17は、画像データWH1に基づいて左右平均補間演算回路14(0)から出力されたテスト補間データTD0を採点し、その結果を採点データM0として出力する。

[0068] 採点回路17は、画像データWH1に基づいて第1の平均維持補間演算回路14(1)から出力されたテスト補間データTD1を採点し、その結果を採点データM1として出力する。

[0069] 採点回路17は、画像データWH1に基づいて第2の平均維持補間演算回路14(2)から出力されたテスト補間データTD2を採点し、その結果を採点データM2として出力する。採点回路17から出力された採点データM0〜M2は管理回路16にされる。

[0070] 管理回路16は、採点回路17から出力された採点データM0〜M2に基づいて選択信号Cを出力する。管理回路16から出力された選択信号Cは、出力回路13に入

力される。

- [0071] 出力回路13は、管理回路16から出力された選択信号Cに基づいて左右平均補間演算回路14(0)、第1の平均維持補間演算回路14(1)および第2の平均維持補間演算回路14(2)から出力された補間データDI0〜DI2のうち1つを選択し、出力データIP1として出力する。
- [0072] 図14は、周期性をもつ画像データの一例を示す図である。図14(a)は、水平方向(主走査方向)に一定の周期Pdで同一の画像を繰り返す画像を示し、図14(b)は、図14(a)に示した読取位置の水平方向における各位値の画像の濃度(または明るさ)を示している。図14(b)の横軸Xは画素位置を示し、縦軸Dは濃度値を示す。図14(b)の実線は、図14(a)の画像の明るさ、白丸がサンプリング周期Ps($P_s = P_d / 5$)で図14(a)の画像をサンプリングしたときの値を示している。
- [0073] 図14では、 $P_d = 5P_s$ であるので、 $P_p = P_d / P_s = 5$ を画像データの画素周期とする。画素周期Ppは、1周期当りのサンプリング数を示す。また、各サンプリングされた画素の値は、周期Pdごとにデータa=74、b=57、c=100、d=143、e=126を繰り返す。図14(c)は、欠落画素とテスト画素の位置関係を示す。また、欠落画素Lに対応するテスト画素T1〜T4として欠落画素Lを中心に左右に2個ずつ1次元的に設定する。
- [0074] 図15は、平均維持補間演算のテスト補間処理を説明するための図である。
- [0075] 図15(a)は、欠落画素Lを含む複数の画素から成る画素列LCと、これに一部重複し、欠落画素Lを含まない複数の画素から成る2つの画素列NA、NBの位置関係を示す。図15(b)は、テスト画素Tを仮想的に欠落していると見て補間対象画素としてテスト補間する場合に用いられる複数の画素を示すものであり、テスト画素T及び欠落画素Lを含む、複数の画素から成る画素列TCと、テスト画素LCを含まず、欠落画素Lを含む、複数の画素から成る画素列TBの位置関係を示す。図15(c)は、テスト画素Tを含み、欠落画素Lを含まない、複数の画素から成る画素列TCと、テスト画素Tも欠落画素Lも含まない複数の画素から成る画素列TAの位置関係を示す。
- [0076] 平均維持補間演算回路のテスト補間処理について説明する。
- 平均維持補間演算回路14(1)および14(2)は、欠落画素近傍の非欠落画素を補

間対象画素としてテスト補間を行う場合、欠落画素の位置によって補間処理を変える必要がある。また、テスト補間ではテスト画素を含まない2つの画素列のうちどちらか一方のみを用いる。

- [0077] 図15(b)に示すように、テスト画素Tを含む画素列TCに欠落画素Lを含む場合、平均維持補間演算回路14(1)および14(2)は、欠落画素Lを考慮して方程式を作る必要がある。よって、欠落画素Lを含むようにテスト画素Tを含まない画素列TBを設定し、テスト画素Tを含む画素列TCとテスト画素を含まない画素列TBの両方に欠落画素を含むことによって、欠落画素が方程式上で相殺され、テスト画素Tのテスト補間データを適切に求めることができる。方程式は

$$\begin{aligned} & (TC[1] + \dots + TC[k-i-1] + T + L + TD[1] + \dots + TD[i-1]) / k \\ & = (L + TD[1] + \dots + TD[i-1] + TB[1] + \dots + TB[k-i]) / k \end{aligned}$$

となり。テスト画素Tは

$$T = (TB[1] + \dots + TB[k-i]) - (TC[1] + \dots + TC[k-i-1])$$

となる。

- [0078] 図15(c)に示すように、テスト画素Tを含む画素列TCに欠落画素Lを含まない場合、テスト画素Tを含まない画素列TAにも欠落画素を含まないように設定する。平均維持補間演算回路の方程式は

$$\begin{aligned} & (TA[1] + \dots + TA[k-i] + TD[1] + \dots + TD[i]) / k \\ & = (TD[1] + \dots + TD[i] + T + TC[1] + \dots + TC[k-i-1]) / k \end{aligned}$$

となり、テスト画素Tは

$$T = (TA[1] + \dots + TA[k-i]) - (TC[1] + \dots + TC[k-i-1])$$

となる。

- [0079] このように、欠落画素の位置を考慮したテスト補間処理を用いることにより、それぞれの平均維持補間演算回路を適切に採点することができる。

- [0080] 図16は、テスト画素T1〜T4および欠落画素Lにおける左右平均補間演算回路14(0)および採点回路17の動作を説明するための図である。図16(a)は、テスト画素T1における左右平均補間演算回路14(0)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図16(b)は、テスト画素T2における左右平均補間演算回路14(0)のテス

ト補間データを算出する場合を示す図であり、図16(c)は、テスト画素T3における左右平均補間演算回路14(0)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図16(d)は、テスト画素T4における左右平均補間演算回路14(0)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図16(e)は、欠落画素Lにおける左右平均補間演算回路14(0)の補間データを算出する場合を示す図である。

[0081] テスト画素T1〜T4および欠落画素Lにおける左右平均補間演算回路14(0)および採点回路17の動作について説明する。

図16(a)に示すように、左右平均補間演算回路14(0)は、画素T1LおよびT1Rの平均値をテスト画素T1のテスト補間データTD0[T1]として出力する。T1L=b=57、T1R=d=143より、テスト補間データTD0[T1]は

$$TD0[T1] = (T1L + T1R) / 2 = (57 + 143) / 2 = 100$$

となる。採点回路17は、テスト画素T1の位置における画像データWH1の画素データWH1[T1]とテスト補間データTD0[T1]の差分の絶対値を採点データM0[T1]として出力する。TD0[T1]=100、WH1[T1]=c=100より、採点データM0[T1]は

$$M0[T1] = | TD0[T1] - WH1[T1] | = | 100 - 100 | = 0$$

となる。

[0082] 図16(b)に示すように、左右平均補間演算回路14(0)は、画素T2LおよびT2Rの平均値をテスト画素T2のテスト補間データTD0[T2]として出力する。T2L=c=100、T2R=a=74より、テスト補間データTD0[T2]は

$$TD1 = (T2L + T2R) / 2 = (100 + 74) / 2 = 87$$

となる。採点回路17は、テスト画素T2の位置における画像データWH1の画素データWH1[T2]とテスト補間データTD0[T2]の差分の絶対値を採点データM0[T2]として出力する。TD0[T2]=87、WH1[T2]=d=143より、採点データM0[T2]は

$$M0[T2] = | TD0[T2] - WH1[T2] | = | 87 - 143 | = 56$$

となる。

[0083] 図16(c)に示すように、左右平均補間演算回路14(0)は、画素T3LおよびT3Rの

平均値をテスト画素T3のテスト補間データTD0[T3]として出力する。T3L=d=143、T3R=b=57より、テスト補間データTD0[T3]は

$$TD0 = (T3L + T3R) / 2 = (143 + 57) / 2 = 100$$

となる。採点回路17は、テスト画素T3の位置における画像データWH1の画素データWH1[T3]とテスト補間データTD0[T3]の差分の絶対値を採点データM0[T3]として出力する。TD0[T3]=100、WH1[T3]=a=74より、採点データM0[T3]は

$$M0[T3] = | TD0[T3] - WH1[T3] | = | 100 - 74 | = 26$$

となる。

- [0084] 図16(d)に示すように、左右平均補間演算回路14(0)は、画素T4LおよびT4Rの平均値をテスト画素T4のテスト補間データTD0[T4]として出力する。T4L=a=74、T4R=c=100より、テスト補間データTD0[T4]は

$$TD0[T4] = (T4L + T4R) / 2 = (74 + 100) / 2 = 87$$

となる。採点回路17は、テスト画素T4の位置における画像データWH1の画素データWH1[T4]とテスト補間データTD0[T4]の差分の絶対値を採点データM0[T4]として出力する。TD0[T4]=87、WH1[T4]=b=57より、採点データM1[T4]は

$$M0[T4] = | TD0[T4] - WH1[T4] | = | 87 - 57 | = 30$$

となる。

- [0085] 図16(e)に示すように、左右平均補間演算回路14(0)は、画素LLおよびLRの平均値を欠落画素Lの補間データDI0として出力する。LL=d=143、LR=a=74より、補間データDI0は

$$DI0 = (LL + LR) / 2 = (143 + 74) / 2 = 108.5$$

となる。

- [0086] 図17は、テスト画素T1〜T4および欠落画素Lにおける第1の平均維持補間演算回路14(1)および採点回路17の動作を説明するための図である。図17(a)は、テスト画素T1における第1の平均維持補間演算回路14(1)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図17(b)は、テスト画素T2における第1の平均維持補間演算回路14(1)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図17(c)は、テスト画素T3における第1の平均維持補間演算回路14(1)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図17(d)は、テスト画素T4における第1の平均維持補間演算回路14(1)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図17(e)は、欠落画素Lにおける第1の平均維持補間演算回路14(1)の補間データを算出する場合を示す図である。

ト画素T3における第1の平均維持補間演算回路14(1)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図17(d)は、テスト画素T4における第1の平均維持補間演算回路14(1)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図17(e)は、欠落画素Lにおける第1の平均維持補間演算回路14(1)の補間データを算出する場合を示す図である。

[0087] テスト画素T1〜T4および欠落画素Lにおける第1の平均維持補間演算回路14(1)および採点回路17の動作について説明する。

図17(a)に示すように、第1の平均維持補間演算回路14(1)は、テスト画素T1を含む画素列T1Cの平均値とテスト画素T1を含まない画素列T1Bの平均値が等しくなるようにテスト画素T1のテスト補間データTD1[T1]を求める。よって、方程式

$$(T1C[1] + T1C[2] + TD1[T1] + T1D[1] + L) / 5 \\ = (T1D[1] + L + T1B[1] + T1B[2] + T1B[3]) / 5$$

より、テスト補間データTD1[T1]は

$$TD1[T1] = (T1B[1] + T1B[2] + T1B[3]) - (T1C[1] + T1C[2])$$

となる。T1C[1]=a=74、T1C[2]=b=57、T1B[1]=a=74、T1B[2]=b=57、T1B[3]=c=100より、

$$TD1[T1] = (74 + 57 + 100) - (74 + 57) = 100$$

となる。採点回路17は、前記テスト画素T1の位置における画像データWH1の画素データWH1[T1]とテスト補間データTD1[T1]の差分の絶対値を採点データM1[T1]として出力する。TD1[T1]=100、WH1[T1]=c=100より、採点データM1[T1]は

$$M1[T1] = | TD1[T1] - WH1[T1] | = | 100 - 100 | = 0$$

となる。

[0088] 図17(b)に示すように、第1の平均維持補間演算回路14(1)は、テスト画素T2を含む画素列T2Cの平均値とテスト画素T2を含まない画素列T2Bの平均値が等しくなるようにテスト画素T2のテスト補間データTD1[T2]を求める。よって、方程式

$$(T2C[1] + T2C[2] + TD1[T2] + L + T2D[1]) / 5 \\ = (L + T2D[1] + T2B[1] + T2B[2] + T2B[3]) / 5$$

より、テスト補間データTD1[T2]は

$$TD1[T2] = (T2B[1] + T2B[2] + T2B[3]) - (T2C[1] + T2C[2])$$

となる。T2C[1]=b=57、T2C[2]=c=100、T2B[1]=b=57、T2B[2]=c=100、T2B[3]=d=143より、

$$TD1[T2] = (57 + 100 + 143) - (57 + 100) = 143$$

となる。採点回路17は、前記テスト画素T2の位置における画像データWH1の画素データWH1[T2]とテスト補間データTD1[T2]の差分の絶対値を採点データM1[T2]として出力する。TD1[T2]=143、WH1[T2]=d=143より、採点データM1[T2]は

$$M1[T2] = | TD1[T2] - WH1[T2] | = | 143 - 143 | = 0$$

となる。

[0089] 図17(c)に示すように、第1の平均維持補間演算回路14(1)は、テスト画素T3を含む画素列T3Cの平均値とテスト画素T3を含まない画素列T3Aの平均値が等しくなるようにテスト画素T3のテスト補間データTD1[T3]を求める。よって、方程式

$$(T3A[1] + T3A[2] + T3A[3] + T3D[1] + L) / 5 \\ = (T3D[1] + L + TD1[T3] + T3C[1] + T3C[2]) / 5$$

より、テスト補間データTD1[T3]は

$$TD1[T3] = (T3A[1] + T3A[2] + T3A[3]) - (T3C[1] + T3C[2])$$

となる。T3C[1]=b=57、T3C[2]=c=100、T3A[1]=a=74、T3A[2]=b=57、T3A[3]=c=100より、

$$TD1[T3] = (74 + 57 + 100) - (57 + 100) = 74$$

となる。採点回路17は、前記テスト画素T3の位置における画像データWH1の画素データWH1[T3]とテスト補間データTD1[T3]の差分の絶対値を採点データM1[T3]として出力する。TD1[T3]=74、WH1[T3]=a=74より、採点データM1[T3]は

$$M1[T3] = | TD1[T3] - WH1[T3] | = | 74 - 74 | = 0$$

となる。

[0090] 図17(d)に示すように、第1の平均維持補間演算回路14(1)は、テスト画素T4を

含む画素列T4Cの平均値とテスト画素T4を含まない画素列T4Aの平均値が等しくなるようにテスト画素T4のテスト補間データTD1[T4]を求める。よって、方程式

$$(T4A[1] + T4A[2] + T4A[3] + L + T4D[1]) / 5 \\ = (L + T4D[1] + TD1[T4] + T4C[1] + T4C[2]) / 5$$

より、テスト補間データTD1[T4]は

$$TD1[T4] = (T4A[1] + T4A[2] + T4A[3]) - (T4C[1] + T4C[2])$$

となる。T4C[1]=c=100、T4C[2]=d=143、T4A[1]=b=57、T4A[2]=c=100、T4A[3]=d=143より、

$$TD1[T1] = (57 + 100 + 143) - (100 + 143) = 57$$

となる。採点回路17は、前記テスト画素T4の位置における画像データWH1の画素データWH1[T4]とテスト補間データTD1[T4]の差分の絶対値を採点データM1[T4]として出力する。TD1[T4]=57、WH1[T4]=b=57より、採点データM1[T4]は

$$M1[T4] = | TD1[T4] - WH1[T4] | = | 57 - 57 | = 0$$

となる。

[0091] 図17(e)に示すように、第1の平均維持補間演算回路14(1)は、欠落画素Lを含む画素列LCの平均値と欠落画素Lを含まない画素列NAおよびNBの平均値が等しくなるように欠落画素Lの補間データDI1を求める。よって、方程式

$$(AD[1] + AD[2] + DI1 + BD[1] + BD[2]) / 5 \\ = ((NA[1] + NA[2] + NA[3] + AD[1] + AD[2]) / 5 \\ + (BD[1] + BD[2] + NB[1] + NB[2] + NB[3]) / 5) / 2$$

より、補間データDI1は

$$DI1 = ((NA[1] + NA[2] + NA[3] + AD[1] + AD[2]) \\ + (BD[1] + BD[2] + NB[1] + NB[2] + NB[3])) / 2 \\ - (AD[1] + AD[2] + BD[1] + BD[2])$$

となる。NA[1]=e=126、NA[2]=a=74、NA[3]=b=57、AD[1]=c=100、AD[2]=d=143、BD[1]=a=74、BD[2]=b=57、NB[1]=c=100、NB[2]=d=143、NB[3]=e=126より、

$$\begin{aligned}
 DI1 &= ((126 + 74 + 57 + 100 + 143) + (74 + 57 + 100 + 143 + 126)) / 2 \\
 &\quad - (100 + 143 + 74 + 57) \\
 &= 126
 \end{aligned}$$

となる。

[0092] 図18は、テスト画素T1〜T4および欠落画素Lにおける第2の平均維持補間演算回路14(2)および採点回路17の動作を説明するための図である。図18(a)は、テスト画素T1における第2の平均維持補間演算回路14(2)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図18(b)は、テスト画素T2における第2の平均維持補間演算回路14(2)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図18(c)は、テスト画素T3における第2の平均維持補間演算回路14(2)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図18(d)は、テスト画素T4における第2の平均維持補間演算回路14(2)のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図18(e)は、欠落画素Lにおける第2の平均維持補間演算回路14(2)の補間データを算出する場合を示す図である。

[0093] テスト画素T1〜T4および欠落画素Lにおける第2の平均維持補間演算回路14(2)および採点回路17の動作について説明する。

図18(a)に示すように、第2の平均維持補間演算回路14(2)は、テスト画素T1を含む画素列T1Cの平均値とテスト画素T1を含まない画素列T1Bの平均値が等しくなるようにテスト画素T1のテスト補間データTD2[T1]を求める。よって、方程式

$$\begin{aligned}
 &(T1C[1] + T1C[2] + T1C[3] + TD2[T1] + T1D[1] + L + T1D[2]) / 7 \\
 &= (T1D[1] + L + T1D[2] + T1B[1] + T1B[2] + T1B[3] + T1B[4]) / 7
 \end{aligned}$$

より、テスト補間データTD1[T1]は

$$\begin{aligned}
 TD2[T1] &= (T1B[1] + T1B[2] + T1B[3] + T1B[4]) \\
 &\quad - (T1C[1] + T1C[2] + T1C[3])
 \end{aligned}$$

となる。T1C[1]=e=126、T1C[2]=a=74、T1C[3]=b=57、T1B[1]=b=57、T1B[2]=c=100、T1B[3]=d=143、T1B[4]=e=126より、

$$TD2[T1] = (57 + 100 + 143 + 126) - (126 + 74 + 57) = 169$$

となる。採点回路17は、前記テスト画素T1の位置における画像データWH1の画素

データWH1[T1]とテスト補間データTD2[T1]の差分の絶対値を採点データM2[T1]として出力する。TD2[T1]=169、WH1[T1]=c=100より、採点データM2[T1]は

$$M2[T1] = |TD2[T1] - WH1[T1]| = |169 - 100| = 69$$

となる。

- [0094] 図18(b)に示すように、第2の平均維持補間演算回路14(2)は、テスト画素T2を含む画素列T2Cの平均値とテスト画素T1を含まない画素列T2Bの平均値が等しくなるようにテスト画素T2のテスト補間データTD2[T2]を求める。よって、方程式

$$(T2C[1] + T2C[2] + T2C[3] + TD2[T2] + L + T2D[1] + T2D[2]) / 7 \\ = (L + T2D[1] + T2D[2] + T2B[1] + T2B[2] + T2B[3] + T2B[4]) / 7$$

より、テスト補間データTD2[T2]は

$$TD2[T2] = (T2B[1] + T2B[2] + T2B[3] + T2B[4]) \\ - (T2C[1] + T2C[2] + T2C[3])$$

となる。T2C[1]=a=74、T2C[2]=b=57、T2C[3]=c=100、T2B[1]=c=100、T2B[2]=d=143、T2B[3]=e=126、T2B[4]=a=74より、

$$TD2[T2] = (100 + 143 + 126 + 74) - (74 + 57 + 100) = 212$$

となる。採点回路17は、前記テスト画素T2の位置における画像データWH1の画素データWH1[T2]とテスト補間データTD2[T2]の差分の絶対値を採点データM2[T2]として出力する。TD2[T2]=212、WH1[T2]=d=143より、採点データM2[T2]は

$$M2[T2] = |TD2[T2] - WH1[T2]| = |212 - 143| = 69$$

となる。

- [0095] 図18(c)に示すように、第2の平均維持補間演算回路14(2)は、テスト画素T3を含む画素列T3Cの平均値とテスト画素T3を含まない画素列T3Aの平均値が等しくなるようにテスト画素T3のテスト補間データTD2[T3]を求める。よって、方程式

$$(T3A[1] + T3A[2] + T3A[3] + T3A[4] + T3D[1] + T3D[2] + L) / 7 \\ = (T3D[1] + T3D[2] + L + TD2[T3] + T3C[1] + T3C[2] + T3C[3]) / 7$$

より、テスト補間データTD2[T3]は

$$\begin{aligned} \text{TD2}[\text{T3}] &= (\text{T3A}[1] + \text{T3A}[2] + \text{T3A}[3] + \text{T3A}[4]) \\ &\quad - (\text{T3C}[1] + \text{T3C}[2] + \text{T3C}[3]) \end{aligned}$$

となる。T3C[1]=b=57、T3C[2]=c=100、T3C[3]=d=143、T3A[1]=d=143、T3A[2]=e=126、T3A[3]=a=74、T3A[4]=b=57より、

$$\text{TD1}[\text{T3}] = (143 + 126 + 74 + 57) - (57 + 100 + 143) = 100$$

となる。採点回路17は、前記テスト画素T3の位置における画像データWH1の画素データWH1[T3]とテスト補間データTD2[T3]の差分の絶対値を採点データM2[T3]として出力する。TD2[T3]=100、WH1[T3]=a=74より、採点データM2[T3]は

$$\text{M2}[\text{T3}] = | \text{TD2}[\text{T3}] - \text{WH1}[\text{T3}] | = | 100 - 74 | = 26$$

となる。

[0096] 図18(d)に示すように、第2の平均維持補間演算回路14(2)は、テスト画素T4を含む画素列T4Cの平均値とテスト画素T3を含まない画素列T4Aの平均値が等しくなるようにテスト画素T4のテスト補間データTD2[T4]を求める。よって、方程式

$$(\text{T4A}[1] + \text{T4A}[2] + \text{T4A}[3] + \text{T4A}[4] + \text{T4D}[1] + \text{L} + \text{T4D}[2]) / 7$$

$$= (\text{T4D}[1] + \text{L} + \text{T4D}[2] + \text{TD2}[\text{T4}] + \text{T4C}[1] + \text{T4C}[2] + \text{T4C}[3]) / 7$$

より、テスト補間データTD2[T4]は

$$\begin{aligned} \text{TD2}[\text{T4}] &= (\text{T4A}[1] + \text{T4A}[2] + \text{T4A}[3] + \text{T4A}[4]) \\ &\quad - (\text{T4C}[1] + \text{T4C}[2] + \text{T4C}[3]) \end{aligned}$$

となる。T4C[1]=c=100、T4C[2]=d=143、T4C[3]=e=126、T4A[1]=e=126、T4A[2]=a=74、T4A[3]=b=57、T4A[4]=c=100より、

$$\text{TD1}[\text{T1}] = (126 + 74 + 57 + 100) - (100 + 143 + 126) = -12$$

となる。採点回路17は、前記テスト画素T4の位置における画像データWH1の画素データWH1[T4]とテスト補間データTD2[T4]の差分の絶対値を採点データM2[T4]として出力する。TD2[T4]=-12、WH1[T4]=b=57より、採点データM2[T4]は

$$\text{M2}[\text{T4}] = | \text{TD2}[\text{T4}] - \text{WH1}[\text{T4}] | = | -12 - 57 | = 69$$

となる。

[0097] 図18(e)に示すように、第2の平均維持補間演算回路14(2)は、欠落画素Lを含む画素列LCの平均値と欠落画素Lを含まない画素列NAおよびNBの平均値が等しくなるように欠落画素Lの補間データを求める。よって、方程式

$$\begin{aligned} & (AD[1] + AD[2] + AD[3] + DI1 + BD[1] + BD[2] + BD[3]) / 7 \\ & = ((NA[1] + NA[2] + NA[3] + NA[4] + AD[1] + AD[2] + AD[3]) / 7 \\ & + (BD[1] + BD[2] + BD[3] + NB[1] + NB[2] + NB[3] + NB[4]) / 7) / 2 \end{aligned}$$

より、補間データDI1は

$$\begin{aligned} DI1 = & ((NA[1] + NA[2] + NA[3] + NA[4] + AD[1] + AD[2] + AD[3]) \\ & + (BD[1] + BD[2] + BD[3] + NB[1] + NB[2] + NB[3] + NB[4])) / 2 \\ & - (AD[1] + AD[2] + AD[3] + BD[1] + BD[2] + BD[3]) \end{aligned}$$

となる。NA[1]=c=100、NA[2]=d=143、NA[3]=e=126、NA[4]=a=74、AD[1]=b=57、AD[2]=c=100、AD[3]=d=143、BD[1]=a=74、BD[2]=b=57、BD[3]=c=100、NB[1]=d=143、NB[2]=e=126、NB[3]=a=74、NB[4]=b=57より、

$$\begin{aligned} DI1 = & ((100 + 143 + 126 + 74 + 57 + 100 + 143) \\ & + (74 + 57 + 100 + 143 + 126 + 74 + 57)) / 2 \\ & - (57 + 100 + 143 + 74 + 57 + 100) \\ & = 156 \end{aligned}$$

となる。

[0098] 図19は、テスト画素T1〜T4における採点データM0〜M2をまとめた表である。

[0099] 管理回路16の動作について説明する。

管理回路16は、左右平均補間演算回路14(0)の採点データM0[T1]〜M0[T4]を加算した値を評価データS0として生成する。M0[T1]=0、M0[T2]=56、M0[T3]=26、M0[T4]=30より、評価データS0は

$$\begin{aligned} S0 = & M0[T1] + M0[T2] + M0[T3] + M0[T4] \\ & = 0 + 56 + 26 + 30 = 112 \end{aligned}$$

となる。

[0100] 管理回路16は、第1の平均維持補間演算回路14(1)についても同様に採点デー

タ $M1[T1]$ 〜 $M1[T4]$ を加算した値を評価データ $S1$ として生成する。 $M1[T1]=0$ 、 $M1[T2]=0$ 、 $M1[T3]=0$ 、 $M2[T4]=0$ より、評価データ $S1$ は

$$\begin{aligned} S1 &= M1[T1] + M1[T2] + M1[T3] + M1[T4] \\ &= 0 + 0 + 0 + 0 = 0 \end{aligned}$$

となる。

[0101] 管理回路16は、第2の平均維持補間演算回路14(2)についても同様に採点データ $M2[T1]$ 〜 $M2[T4]$ を加算した値を評価データ $S2$ として生成する。 $M2[T1]=69$ 、 $M2[T2]=69$ 、 $M2[T3]=26$ 、 $M2[T4]=69$ より、評価データ $S2$ は

$$\begin{aligned} S2 &= M2[T1] + M2[T2] + M2[T3] + M2[T4] \\ &= 69 + 69 + 26 + 69 = 233 \end{aligned}$$

となる。

[0102] 図20は、左右平均補間演算回路14(0)、第1の平均維持補間演算回路14(1)および第2の平均維持補間演算回路14(2)の評価データ $S0$ 〜 $S2$ をまとめた表である。

[0103] 評価データが小さい補間演算回路ほど欠落画素近傍において適切に補間できるので、欠落画素においても適切に補間できると類推できる。管理回路16は、評価データ $S0$ 〜 $S2$ のうち最も小さい評価データ($S1=0$)を持つ第1の平均維持補間演算回路14(1)が出力する補間データを選択するための選択信号 C を出力する。

[0104] 出力回路13は、管理回路16が出力する選択信号 C に対応する補間データ $DI1=126$ を $IP1$ として出力する。図14(b)に示したように、欠落画素 L の画像データ $WH1$ の画素データは126であり、最小の誤差で補間することができることが分かる。

[0105] 図13に示した構成例による補間部4は、欠落画素 L 近傍のテスト画素 $T1$ 〜 $T4$ における3個の補間演算回路のテスト補間データを生成して、これを採点および評価することにより、3個の補間演算回路のうち画像の内容に適した補間演算結果を選択するので、欠落画素を適切に補間することができる。

[0106] 図13に示した構成を用いて別の画像データを補間する例を示す。

図21は、周期性をもつ画像データの一例を示す図である。図21(a)は、画素周期 $Pp=7$ で濃度値 $a=80$ 、 $b=56$ 、 $c=65$ 、 $d=100$ 、 $e=135$ 、 $f=144$ 、 $g=120$ を繰

り返す。図21(b)は、欠落画素とテスト画素の位置関係を示す。また、欠落画素Lに対応するテスト画素T1〜T4として欠落画素Lを中心に左右に2個ずつ1次元的に設定する。

[0107] 左右平均補間演算回路14(0)、第1の平均維持補間演算回路14(1)および第2の平均維持補間演算回路14(2)を用いて図21(b)のテスト画素T1〜T4をテスト補間する処理は、図16〜図18で示した処理と同様であるので説明を省略する。

[0108] 図22はテスト画素T1〜T4における採点データM0〜M2をまとめた表である。

[0109] 管理回路16の動作について説明する。

管理回路16は、左右平均補間演算回路14(0)の採点データM0[T1]〜M0[T4]を加算した値を評価データS0として生成する。M0[T1]=13、M0[T2]=4.5、M0[T3]=71、M0[T4]=8より、評価データS0は

$$S0 = M0[T1] + M0[T2] + M0[T3] + M0[T4]$$
$$= 13 + 4.5 + 71 + 8 = 96.5$$

となる。

[0110] 管理回路16は、第1の平均維持補間演算回路14(1)についても同様に採点データM1[T1]〜M1[T4]を加算した値を評価データS1として生成する。M1[T1]=143、M1[T2]=35、M1[T3]=143、M2[T4]=35より、評価データS1は

$$S1 = M1[T1] + M1[T2] + M1[T3] + M1[T4]$$
$$= 143 + 35 + 143 + 35 = 356$$

となる。

[0111] 管理回路16は、第2の平均維持補間演算回路14(2)についても同様に採点データM2[T1]〜M2[T4]を加算した値を評価データS2として生成する。M2[T1]=0、M2[T2]=0、M2[T3]=0、M2[T4]=0より、評価データS2は

$$S2 = M2[T1] + M2[T2] + M2[T3] + M2[T4]$$
$$= 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

となる。

[0112] 図23は、左右平均補間演算回路14(0)、第1の平均維持補間演算回路14(1)および第2の平均維持補間演算回路14(2)の評価データS0〜S2をまとめた表である

。

[0113] 評価データが小さい補間演算回路ほど欠落画素近傍において適切に補間できるので、欠落画素においても適切に補間できると類推できる。管理回路16は、評価データ $S0 \sim S2$ のうち最も小さい評価データ($S2=0$)を持つ第2の平均維持補間演算回路14(2)が出力する補間データを選択するための選択信号Cを出力する。

[0114] 出力回路13は、管理回路16が出力する選択信号Cに対応する補間データ $DI2=135$ を $IP1$ として出力する。図21(a)に示したように、欠落画素Lの画像データ $WH1$ の画素データは、135であり、最小の誤差で補間することができることが分かる。

[0115] 図13に示した構成例による補間部4は、欠落画素L近傍のテスト画素 $T1 \sim T4$ における3個の補間演算回路のテスト補間データを生成して、これを採点および評価することにより、3個の補間演算回路のうち画像の内容に適した補間演算結果を選択するので、図21のデータについても欠落画素を適切に補間することができる。

[0116] 図13に示した構成を用いてさらに別の画像データを補間する例を示す。

図24は、周期性をもつ画像データの一例を示す図である。図24(a)は、画素周期 $Pp=17$ で濃度値 $a=100$ 、 $b=116$ 、 $c=130$ 、 $d=140$ 、 $e=145$ 、 $f=143$ 、 $g=136$ 、 $h=124$ 、 $i=108$ 、 $j=92$ 、 $k=76$ 、 $l=64$ 、 $m=57$ 、 $n=55$ 、 $o=60$ 、 $p=70$ 、 $q=84$ を繰り返す。図24(b)は、欠落画素とテスト画素の位置関係を示す。また、欠落画素Lに対応するテスト画素 $T1 \sim T4$ として欠落画素Lを中心に左右に2個ずつ1次元的に設定する。

[0117] 左右平均補間演算回路14(0)、第1の平均維持補間演算回路14(1)および第2の平均維持補間演算回路14(2)を用いて図24(b)のテスト画素 $T1 \sim T4$ をテスト補間する処理は、図16～図18で示した処理と同様であるので説明を省略する。

[0118] 図25は、テスト画素 $T1 \sim T4$ における採点データ $M0 \sim M2$ をまとめた表である。

[0119] 管理回路16の動作について説明する。

管理回路16は、左右平均補間演算回路14(0)の採点データ $M0[T1] \sim M0[T4]$ を加算した値を評価データ $S0$ として生成する。 $M0[T1]=3.5$ 、 $M0[T2]=8.5$ 、 $M0[T3]=1.5$ 、 $M0[T4]=0$ より、評価データ $S0$ は $S0=M0[T1]+M0[T2]+M0[T3]+M0[T4]$

$$=3.5+8.5+1.5+0=13.5$$

となる。

[0120] 管理回路16は、第1の平均維持補間演算回路14(1)についても同様に採点データM1[T1]〜M1[T4]を加算した値を評価データS1として生成する。M1[T1]=91、M1[T2]=152、M1[T3]=91、M2[T4]=152より、評価データS1は

$$S1=M1[T1]+M1[T2]+M1[T3]+M1[T4]$$

$$=91+152+91+152=486$$

となる。

[0121] 管理回路16は、第2の平均維持補間演算回路14(2)についても同様に採点データM2[T1]〜M2[T4]を加算した値を評価データS2として生成する。M2[T1]=191、M2[T2]=269、M2[T3]=86、M2[T4]=191より、評価データS2は

$$S2=M2[T1]+M2[T2]+M2[T3]+M2[T4]$$

$$=191+269+86+191=737$$

となる。

[0122] 図26は、左右平均補間演算回路14(0)、第1の平均維持補間演算回路14(1)および第2の平均維持補間演算回路14(2)の評価データS0〜S2をまとめた表である。

[0123] 評価データが小さい補間演算回路ほど欠落画素近傍において適切に補間できるので、欠落画素においても適切に補間できると類推できる。管理回路16は、評価データS0〜S2のうち最も小さい評価データ(S0=13.5)を持つ左右平均補間演算回路14(0)が出力する補間データを選択するための選択信号Cを出力する。

[0124] 出力回路13は、管理回路16が出力する選択信号Cに対応する補間データDI0=133.5をIP1として出力する。図24(a)に示された欠落画素Lの画像データWH1の画素データは、136であり、最小の誤差で補間することができることが分かる。

[0125] 図13に示した構成例による補間部4は、欠落画素L近傍のテスト画素T1〜T4における3個の補間演算回路のテスト補間データを生成して、これを採点および評価することにより、3個の補間演算回路のうち画像の内容に適した補間演算結果を選択するので、図24のデータについても欠落画素を適切に補間することができる。

[0126] このように、管理回路16、採点回路17で構成される選択信号生成部15は、欠落画素の近傍に位置する非欠落画素を補間対象画素としてそれぞれの補間演算回路で補間を行ったときの補間結果を評価し、最良の補間結果を生じた補間演算回路を用いて生成された欠落画素の補間結果を選択出力するものであり、画像データに応じて適切な補間演算回路による補間データを選択する選択信号を生成するので、選択信号生成部15を備えた補間部4は、欠落画素を適切に補間することができる。

なお、すべての補間演算回路で欠落画素の補間演算を行う代わりに、選択画素の近傍に位置する非欠落画素を補間対象画素としてそれぞれの補間演算回路で補間を行ったときの補間結果を評価し、最良の補間結果を生じた補間演算回路でのみ、欠落画素の補間演算を行うようにしても良い。このような評価及び補間演算の選択は、欠落画素の近傍に位置する非欠落画素を補間対象画素として、それぞれ異なる数の画素を用いて行って、その補間結果を評価し、評価の結果最良の結果をもたらすと判定された数と等しい数の画素を用いて、欠落画素の補間を行う処理であると言うこともできる。

[0127] 以上のように、撮像素子の特性補正を施した後に欠落画素の補間を行うようにしたので、撮像素子の特性のばらつきがある場合であっても品質の高い読取り画像を得ることができる。

[0128] さらに、欠落画素の補間においては、欠落画素を含む複数の画素の平均値と欠落画素を含まない複数の画素の平均値が等しくなるように欠落画素の補間データを求めるようにしたので、周期性の高い画像を読取った場合であっても品質の高い読取り画像を得ることができる。

なお、上記の動作説明では、光源7が任意の一色（白あるいは他の単一の色）の場合について説明したが、光源7を複数の色（例えば、赤、緑、青）が任意に切り替えられる構成とし、1ラインの画像を読み取る際に光源7の色を順次切り替えて複数回読み取ることで、カラー画像データを得ることができる。

[0129] 実施の形態2.

図27は、実施の形態2における画像読取装置の平均維持補間回路の構成を示す図である。実施の形態2は、実施の形態1における複数の平均維持補間演算回路14

(1)〜14(n)の各々を、図27に示した構成の平均維持補間回路21に置き換えたものである。

[0130] 図示のように、平均維持補間演算回路14の出力を制限する出力制限部20が追加されている。出力制限部20は、出力範囲生成回路18と制限回路19で構成され、ノイズ等で発生した平均維持補間演算回路14の補間誤差を減少させる。

このように実施の形態2では、平均維持補間演算回路14と出力制限部20とで平均維持補間回路21が構成されている。これに対して、実施の形態1では、平均維持補間演算回路(14(1)〜14(n))のみで、平均維持補間回路が構成されていると言えることができる。

[0131] 図28は、画像データWH1の一部を示し、欠落画素と参照データ範囲の位置関係を示す。

[0132] 画像データWH1は、出力範囲生成回路18および平均維持補間演算回路14に入力される。パラメータkは平均維持補間演算回路14に入力される。平均維持補間演算回路14は、画像データWH1とパラメータkに基づいて制限前データDaを出力する。制限前データDaは、制限回路19に入力されるとともに、テスト補間時には、テスト補間データTDnとして採点回路17に出力される。テスト補間データTDnは、実施の形態1と同じである。

[0133] 外部から供給される参照データ範囲rを指定するデータは、出力範囲生成回路18に入力される。出力範囲生成回路18は、画像データWH1における欠落画素の右側r個の画素と左側r個の画素に基づいて出力最大値Lmaxと出力最小値Lminを生成する。出力最大値Lmaxは

$$L_{\max} = \max(M[1], \dots, M[r], M[r+1], \dots, M[2r])$$

となる。ここで、 $\max(M[1], \dots, M[r], M[r+1], \dots, M[2r])$ は画素M[1]、…、M[r]、M[r+1]、…、M[2r]の最大値を求める関数である。出力最大値Lmaxは、制限回路19に入力される。

[0134] また、出力最小値Lminは

$$L_{\min} = \min(M[1], \dots, M[r], M[r+1], \dots, M[2r])$$

となる。ここで、 $\min(M[1], \dots, M[r], M[r+1], \dots, M[2r])$ は、画素M[1]、…、

$M[r]$ 、 $M[r+1]$ 、 \dots 、 $M[2r]$ の最小値を求める関数である。出力最小値 L_{min} は、制限回路19に入力される。

- [0135] 制限回路19は、出力最大値 L_{max} と出力最小値 L_{min} に基づいて制限前データ D_a を制限し、制限後の補間データを D_{In} として出力回路13に出力する。制限後の補間データ D_{In} は

$D_a < L_{min}$ の場合、 $D_{In} = L_{min}$

$L_{min} \leq D_a \leq L_{max}$ の場合、 $D_{In} = D_a$

$L_{max} < D_a$ の場合、 $D_{In} = L_{max}$

となる。

- [0136] 以上の構成により実施の形態2では、平均維持補間演算回路14(1)～14(n)の出力を欠落画素近傍における $2r$ 個の濃度値の範囲に制限することができる。即ち、欠落画素の近傍の画素の値の最大値と最小値で、出力信号が取り得る値の範囲を制限することができる。

- [0137] 具体例を用いて説明する。

図29は具体例による補間演算回路の構成である。

- [0138] 図29は、画素周期 $P_p = 5$ の画像データを示す。図29において画素NB[3]はノイズによって濃度値が74～94になっているとする。

- [0139] 画像データWH1は、平均維持補間演算回路14と出力範囲生成回路18に入力される。パラメータ $k = 9$ は、平均維持補間演算回路14に入力される。平均維持補間演算回路14は、欠落画素を含む画素列LCと欠落画素を含まない2つの画素列NAおよびNBの平均値を等しくするように欠落画素Lの補間データを求める。方程式は

$$\begin{aligned} & (AD[1] + AD[2] + AD[3] + AD[4] + L \\ & + BD[1] + BD[2] + BD[3] + BD[4]) / 9 \\ & = ((NA[1] + NA[2] + NA[3] + NA[4] + NA[5] \\ & + AD[1] + AD[2] + AD[3] + AD[4]) / 9 \\ & + (BD[1] + BD[2] + BD[3] + BD[4] \\ & + NB[1] + NB[2] + NB[3] + NB[4] + NB[5]) / 9) / 2 \end{aligned}$$

となり、欠落画素Lは

$$\begin{aligned}
L = & ((NA[1] + NA[2] + NA[3] + NA[4] + NA[5] \\
& + AD[1] + AD[2] + AD[3] + AD[4]) \\
& + (BD[1] + BD[2] + BD[3] + BD[4] \\
& + NB[1] + NB[2] + NB[3] + NB[4] + NB[5])) / 2 \\
& - (AD[1] + AD[2] + AD[3] + AD[4] \\
& + BD[1] + BD[2] + BD[3] + BD[4])
\end{aligned}$$

となる。NA[1]=126、NA[2]=74、NA[3]=57、NA[4]=100、NA[5]=143、AD[1]=126、AD[2]=74、AD[3]=57、AD[4]=100、BD[1]=126、BD[2]=74、BD[3]=57、BD[4]=100、NB[1]=143、NB[2]=126、NB[3]=94、NB[4]=57、NB[5]=100より

$$\begin{aligned}
L = & ((126 + 74 + 57 + 100 + 143 + 126 + 74 + 57 + 100) \\
& + (126 + 74 + 57 + 100 + 143 + 126 + 94 + 57 + 100)) / 2 \\
& - (126 + 74 + 57 + 100 + 126 + 74 + 57 + 100) \\
& = 153
\end{aligned}$$

となる。欠落画素の補間データLを制限前データDaとする。制限前データDaは、制限回路19に入力される。

[0140] 参照データ範囲r=9は、出力範囲生成回路18に入力される。出力範囲生成回路18は、画像データWH1において欠落画素Lの右側9個と左側9個の最大値を出力最大値Lmaxとして出力する。出力最大値Lmaxは

$$Lmax = 143$$

となる。出力最大値Lmaxは、制限回路19に入力される。

[0141] また、出力範囲生成回路18は、画像データWH1において欠落画素Lの右側9個と左側9個の最小値を出力最小値Lminとして出力する。出力最小値Lminは

$$Lmin = 57$$

となる。出力最小値Lminは制限回路19に入力される。

[0142] 制限回路19は出力最大値Lmaxと出力最小値Lminに基づいて制限前データDaを制限し制限後データを出力する。平均維持補間回路14(n)が、テスト補間を行っているときは、テスト補間データTDnが出力され、補間演算を行っているときは、制限

後の補間データDInを出力する。制限後のテスト補間データTDnと制限後の補間データDInは、 $Da=153$ 、 $Lmax=143$ 、 $Lmin=57$ より

$Lmax < Da$ が成立するので $TDn=Lmax=143$ 、または $DIn=Lmax=143$ となる。

[0143] 図29より欠落画素Lの画像データWH1の画素データは143であり、制限後 $Db=143$ の誤差は $|143-143|=0$ となる。制限前データの誤差は $|153-143|=10$ であり、制限することにより誤差を小さくすることができる。

[0144] 実施の形態3.

実施の形態1では、ハードウェアによって欠落画素を補間する画像補間装置の構成を説明したが、ソフトウェアによって欠落画素を補間することもできる。なお、ソフトウェアとハードウェアを併用しても良い。

[0145] 図30は、ソフトウェアによる画像読取装置の信号処理の動作を説明するフローチャートである。

[0146] 動作について説明する。

ステップs1では、1ラインの画像データを取得する。これは、実施の形態1における撮像部1から出力される画像信号A1をA/D変換部2でデジタルの画像データに変換するまでの動作に相当する。

[0147] ステップs1で取得された1ラインの画像データは、ステップs2において黒レベルのばらつきの補正が行われる。これは、実施の形態1の黒補正回路9の動作に相当する。

[0148] ステップs2で黒補正された画像データは、ステップs3で感度のばらつきの補正が行われる。これは、実施の形態1の感度補正回路10の動作に相当する。

[0149] ステップs3で感度補正された画像データは、画像データの欠落部において画素の補間処理が行われる。これは、実施の形態1の補間部4の動作に相当する。

[0150] ステップs4で補間された画像データは、ステップs5で最終ラインかどうかを判定し、最終ラインでない場合は、ステップs1に戻り、s1〜s4までの動作が繰り返される。最終ラインの場合は、処理を終了する。

[0151] 図31は、ソフトウェア処理による欠落画素を補間する動作(画像補間処理)を説明

するフローチャートである。

- [0152] ステップs4-1では、テスト画素T1における左右平均補間演算処理のテスト補間データ(実施の形態1のTD0[T1]に相当)を生成する。
- [0153] ステップs4-2では、テスト画素T1の位置における画像データWH1の画素データ(実施の形態1のWH1[T1]に相当))とステップs4-1で生成されたテスト補間データの差分の絶対値を採点データ(実施の形態1のM0[T1]に相当)として生成する。
- [0154] 次に、ステップs4-1に戻って、テスト画素T2における左右平均補間演算処理のテスト補間データ(実施の形態1のTD0[T2]に相当)を生成する。
- [0155] ステップs4-2では、テスト画素T2の位置における画像データWH1の画素データ(実施の形態1のWH1[T2]に相当))とステップs4-1で生成されたテスト補間データの差分の絶対値を採点データ(実施の形態1のM0[T2]に相当)として生成する。
- [0156] テスト画素T3〜Tmに対しても同様にステップs4-1とステップs4-2の手順を繰り返す(ステップs3)。このようにして、全てのテスト画素T1〜Tmにおける左右平均補間演算処理の採点データを得る。
- [0157] ステップs4-4では欠落画素Lにおける左右平均補間演算処理の補間データを生成する。
- [0158] 次に、ステップs4-1に戻って、テスト画素T1における第1の平均維持補間演算処理のテスト補間データ(実施の形態1のTD1[T1]に相当)を生成する。
- [0159] ステップs4-2では、テスト画素T1の位置における画像データWH1の画素データ(実施の形態1のWH1[T1]に相当))とステップs4-1で生成されたテスト補間データの差分の絶対値を採点データ(実施の形態1のM1[T1]に相当)として生成する。
- [0160] 次に、ステップs4-1に戻って、テスト画素T2における第1の平均維持補間演算処理のテスト補間データを(実施の形態1のTD1[T2]に相当)を生成する。
- [0161] ステップs4-2では、テスト画素T2の位置における画像データWH1の画素データ(実施の形態1のWH1[T2]に相当))とステップs4-1で生成されたテスト補間データの差分の絶対値を採点データ(実施の形態1のM1[T2]に相当)として生成する。
- [0162] テスト画素T3〜Tmに対しても同様にステップs4-1とステップs4-2の手順を繰り返す(ステップs3)。このようにして、全てのテスト画素T1〜Tmにおける第1の平均維持

補間演算処理の採点データを得る。

- [0163] ステップs4-4では、欠落画素Lにおける第1の平均維持補間演算処理の補間データを生成する。
- [0164] 第2の平均維持補間演算処理～第nの平均維持補間演算処理に対しても同様にステップs4-1～ステップs4-4の手順を繰り返す(ステップs4-5)。左右平均補間演算処理および第1の平均維持補間演算処理～第nの平均維持補間演算処理のそれぞれについて、全てのテスト画素T1～Tmにおける採点データと欠落画素Lにおける補間データを得る。
- [0165] ステップs4-6では、補間演算処理ごとに採点データを加算して左右平均補間演算回路および第1の平均維持補間演算処理～第nの平均維持補間演算処理のそれぞれの評価データ(実施の形態1のS0～Snに相当)を生成する。
- [0166] ステップs4-7ではステップs6で生成された評価データに基づいて欠落画素を補間する補間データを選択する。
- [0167] 上記ステップs4-1からステップs4-7の手順を、最後の欠落画素に達するまで繰り返す(ステップs4-8)。
- [0168] それぞれのステップにおける処理内容については実施の形態1で詳しく説明したので、ここでは説明を省略する。
- [0169] 以上のように撮像素子の特性補正を施した後に欠落画素の補間を行うようにしたので、撮像素子の特性のばらつきがある場合であっても品質の高い読取り画像を得ることができる。
- [0170] さらに、欠落画素の補間においては、欠落画素を含む複数の画素の平均値と欠落画素を含まない複数の画素の平均値が等しくなるように欠落画素の補間データを求めるようにしたので、周期性の高い画像を読取った場合であっても品質の高い読取り画像を得ることができる。
- [0171] 実施の形態4.

実施の形態1では、撮像部1が1ラインの画像信号A1をシリアルな信号として出力する場合について説明したが、図32に示すように1ライン分の画像信号を複数に分割して並列に出力しても良い。一般にA/D変換部以降は、撮像部より早く動作させ

ることができるので、図32のように構成することで、1ラインの処理に必要な時間を短くすることができる。

[0172] 図32において、22は撮像部、23はA/D変換部、24は並べ替え部である。

[0173] 図33は、撮像部22の構成を示す図である。図33では、1ラインが4分割されることで、密着イメージセンサー25から4つの画像信号AS1, AS2, AS3, AS4が並列に出力される。画像信号AS1, AS2, AS3, AS4はそれぞれ1ラインの4分割した各部分の画素の列に対応する。

[0174] 図34は、実施の形態4におけるA/D変換部23の構成を示す図である。図示のA/D変換部23は、サンプルホールド回路26、複数の画像信号から1つを選択するスイッチ27、及びA/D変換器28を含む。

[0175] 密着イメージセンサー25から出力された1ラインを4分割した画像信号AS1～AS4は、サンプルホールド回路28(1)～28(4)に入力され、所定のタイミングで画像信号をサンプリングし保持する。

[0176] スイッチ27は、サンプルホールド回路28(1)～28(4)を順次選択してA/D変換器28に出力する。A/D変換器28は、スイッチ27から出力される画像信号AS1～AS4を順次デジタルデータに変換する。このとき、スイッチ27は密着イメージセンサー25が出力する画像信号AS1～AS4のそれぞれの1画素分の時間以内に4つの信号を順次選択して出力し、A/D変換器28は、スイッチ27が出力する4つの信号をデジタルデータに変換するので、A/D変換器28のサンプリング速度は、密着イメージセンサー25が画像信号を出力する速度の4倍以上で動作することになる。

[0177] A/D変換器28が出力する画像データは、実施の形態1と同様に特性補正部3に入力され、黒補正と感度補正が施される。特性補正部3で補正された画像データは、並べ替え部24に入力され、画像データの並べ替えが行われる。

[0178] 並べ替え部24に入力される画像データは、密着イメージセンサー25が出力する画像データの順番、すなわち、4分割された位置の画素のデータが順次並んだ状態で入力されるため、主走査方向に連続していない。このままの状態では、補間演算に不便であるので、主走査方向に連続した画像データに並べ替える。並べ替え部24は、SRAMなどの一時記憶手段を用いて主走査方向に連続していない画像データ

を連続に並べ替えて、補間部4に出力する。

[0179] 補間部4に入力される画像データ、および補間部4の動作は、実施の形態1と同じである。

[0180] 以上のように構成することで、1ラインの処理にかかる時間を短縮することができる。

[0181] なお、上記実施の形態4における動作の説明では、特性補正部3の後に並べ替え部24を配置した構成について説明したが、並べ替え部24の後に特性補正部3を配置するような構成としても同様の効果を得ることができる。

[0182] さらに、撮像部22における1ラインの分割数は、4以外の構成としても良く、撮像部22における撮像素子の数、撮像部22の動作速度、A/D変換部23以降の動作速度を勘案し、1ラインの処理時間が短くなるように任意に選択することができる。

[0183] 例えば、撮像部22が最大 F_a (MHz) のクロック周波数で動作し、A/D変換部23以降が最大 F_b (MHz) で動作する場合、最大の分割数 n は、以下の式で求められる。

$$n = \text{Int}(F_b / F_a)$$

ここで $\text{Int}(x)$ は、 x の整数部を返す関数であり、分割数を2以上 n 以下の範囲で選択することで、1ラインの処理に必要な時間を短くすることができる。

[0184] 実施の形態5.

実施の形態1では、密着イメージセンサーに用いられるセンサーチップが単色(例えば白黒)の画像を読取るか、あるいは複数の光源を順次切り替えてカラー画像を読取る場合について示したが、撮像素子自身にカラーフィルター等を備えることで、異なる色に対して感度を有する撮像素子を1つのセンサーチップ上に設けて、単色の光源でカラー画像を読取るように構成しても良い。

[0185] 図35は、実施の形態5の密着イメージセンサーの構成を示す図である。図35に示す密着イメージセンサーでは、各センサーチップ29が、複数の(例えば N_c 個の)異なる色、例えば赤(R)、緑(G)、青(B)の3色に対して感度を有し、従って異なる色の画像を読取る複数種類の撮像素子(R, G, B)を含み、上記異なる色に対して感度を有する複数種類の(N_c 種類の)撮像素子が一行に所定の順序で、例えば赤、緑、青の順序で、配列されている。

複数のセンサーチップ29は左端に位置する画素の色(撮像素子が感度を有する色)が互いに同じ(すべて赤)であり、右端に位置する画素の色(撮像素子が感度を有する色)が互いに同じ(すべて青)であり、各センサーチップ29上に配置された撮像素子の数は色の数(例えば $N_c=3$)に整数 q (図35の例では $q=3$)を掛けた値($N_c \times q$)に等しい。この場合、赤、緑、青の配列の順序を崩さないようにするためには、互いに隣接するセンサーチップ相互間に赤、緑、青の3つの欠落画素が存在するものとして、これらの補間データを求める。

[0186] 同じセンサーチップ29上の撮像素子の間隔を実施の形態1と同様に $dw1$ とすると、一つのセンサーチップ29(1)の右端の青の画像を読取る撮像素子と、それに隣接するセンサーチップ29(2)の左端の赤の画像を読取る撮像素子の間隔は、 $dw1$ より大きい $dw3$ となるように配置される。上記のように、センサーチップ29上に配置された撮像素子の種類が N_c 種類で、センサーチップ29上に $N_c \times q$ 個の撮像素子が配列されている場合、 $dw3 = dw1 \times N_c$ となるようにセンサーチップを配置することで、補間部の構成を簡略化することができる。

[0187] 補間部の動作は、同じ色に感度を有する撮像素子から得られたデータだけを用いて色ごとに画素の補間を行うように構成する。例えば、赤の欠落画素を補間するときは近傍に位置する赤の非欠落画素だけを用い、緑の欠落画素を補間するときは近傍に位置する緑の非欠落画素だけを用い、青の欠落画素を補間するときは近傍に位置する青の非欠落画素だけを用いる。

[0188] 図36は、図35に示すセンサーチップ29の列を備えた撮像部31を含む、実施の形態5の画像読取装置を示すブロック図である。この画像読取装置は、撮像部31のほか、A/D変換部2、分配部32、赤特性補正部3R、緑特性補正部3G、青特性補正部3B、赤補間部4R、緑補間部4G、青補間部4Bを備えている。

撮像部31は図35を参照して説明した点以外では、実施の形態1の撮像部1と同様のものである。

A/D変換部2は、撮像部31から出力される画像信号を一連のデジタル画素データに変換する。

分配部32は、A/D変換部2から出力される画素データを分配し、赤の撮像素子

からの信号に対応した画素データを赤特性補正部3Rに供給し、緑の撮像素子からの信号に対応した画素データを緑特性補正部3Gに供給し、青の撮像素子からの信号に対応した画素データを青特性補正部3Bに供給する。

赤特性補正部3R、緑特性補正部3G、青特性補正部3Bは、それぞれ供給された赤、緑、青の撮像素子からの信号に対応した画素データに対し、実施の形態1の特性補正部3におけるのと同様の特性補正を行う。

赤補間部4R、緑補間部4G、青補間部4Bは、それぞれ赤特性補正部3R、緑特性補正部3G、青特性補正部3Bからの補正された画素データを用いて、欠落画素の補間を行う。即ち、赤の欠落画素の補間は、赤補間部4Rで、赤の撮像素子から信号に対応した画素データのみに基づいて行われ、緑の欠落画素の補間は、緑補間部4Gで、緑の撮像素子から信号に対応した画素データのみに基づいて行われ、青の欠落画素の補間は、青補間部4Bで、青の撮像素子から信号に対応した画素データのみに基づいて行われる。

[0189] 以上のように構成することで、密着イメージセンサーの光源に必要な色数を削減しつつ、読取の処理速度を早くすることができる。

[0190] 実施の形態6.

図37は、実施の形態6の密着イメージセンサーの構成を示す図である。図37に示す密着イメージセンサーでは、各センサーチップ30が、複数の(例えば N_c 個の)異なる色、例えば赤(R)、緑(G)、青(B)の3色に対して感度を有し、従って異なる色の画像を読取る複数種類の撮像素子(R, G, B)を含み、上記異なる色に対して感度を有する複数種類の(N_c 種類の)撮像素子が一行に所定の順序で、例えば赤、緑、青の順序で、配列されている。

複数のセンサーチップ30は左端に位置する画素の色(撮像素子が感度を有する色)が互いに同じ(すべて赤)であり、右端に位置する画素の色(撮像素子が感度を有する色)が互いに同じ(すべて緑)であり、各センサーチップ30上に配置された撮像素子の数は色の数 N_c (例えば $N_c=3$)に整数 q (図37の例では $q=3$)から1を引いた数($N_c \times q - 1$)に等しい。この場合、実施の形態35とは異なり、赤、緑、青の配列の順序を崩さないようにするためには、互いに隣接するセンサーチップ相互間に

青の欠落画素が存在するものとして、その補間データを求めれば良い。

[0191] 同じセンサーチップ30上の撮像素子の間隔を実施の形態1と同様に $dw1$ とすると、一つのセンサーチップ30(1)の右端の緑の画像を読取る撮像素子と、それに隣接するセンサーチップ30(2)の左端の赤の画像を読取る撮像素子の間隔は、 $dw1$ より大きい $dw3$ となるように配置される。上記のように、センサーチップ30上に配置された撮像素子の種類が Nc 種類で、センサーチップ30上に $(Nc \times q - 1)$ 個の撮像素子が配列されている場合、 $dw3 = dw1 \times 2$ となるようにセンサーチップを配置することで、補間部4の構成を簡略化することができる。

[0192] このように、実施の形態6では、補間部4は、青の補間のみを行えばよく、補間部4の構成を簡略化することができる。青の欠落画素は、実施の形態5と同様、近傍に位置する青の非欠落画素だけを用いて補間する。

[0193] 図38は、図37に示すセンサーチップ30の列を備えた撮像部41を含む、実施の形態6の画像読取装置を示すブロック図である。この画像読取装置は、撮像部41のほか、A/D変換部2、分配部32、赤特性補正部3R、緑特性補正部3G、青特性補正部3B、青補間部4Bを備えている。

撮像部41は図37を参照して説明した点以外では、実施の形態1の撮像部1と同様のものである。

A/D変換部2は、撮像部41から出力される画像信号を一連のデジタル画素データに変換する。

分配部32は、A/D変換部2から出力される画素データを分配し、赤の撮像素子からの信号に対応した画素データを赤特性補正部3Rに供給し、緑の撮像素子からの信号に対応した画素データを緑特性補正部3Gに供給し、青の撮像素子からの信号に対応した画素データを青特性補正部3Bに供給する。

赤特性補正部3R、緑特性補正部3G、青特性補正部3Bは、それぞれ供給された赤、緑、青の撮像素子からの信号に対応した画素データに対し、実施の形態1の特性補正部3におけるのと同様の特性補正を行う。

青補間部4Bは、青特性補正部3Bからの補正された画素データを用いて、欠落画素の補間を行う。

このように、青の欠落画素の補間を青の撮像素子からの信号に対応した画素データのみに基づいて行う。

[0194] その他の構成を動作については、実施の形態5と同じである。

[0195] 以上のように構成することで、センサーチップ間の間隔を短くすることができるので、補間画像の品質を向上することができる。

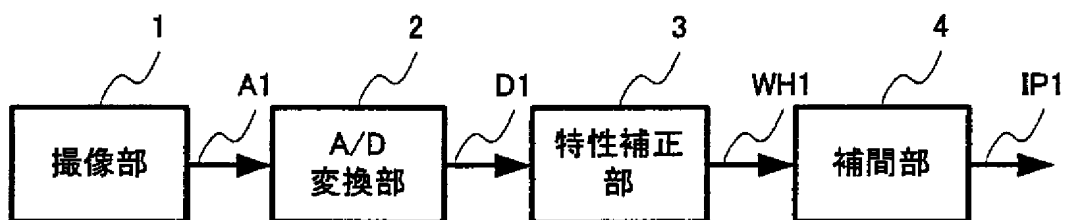
また、補間が必要な欠落画素の数が実施の形態5の場合よりも少なくて済む。

請求の範囲

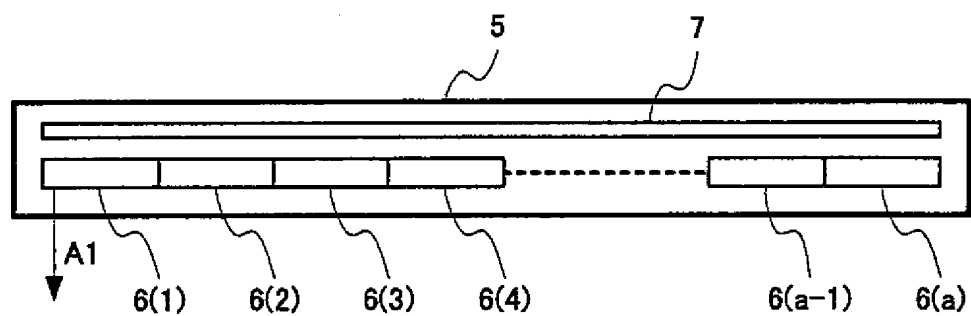
- [1] 複数の撮像素子を1列に配置したイメージセンサーによって画像を読取る画像読取装置であって、
- 複数の撮像素子を有する複数のセンサーチップを互いに接続されて一列に配置した撮像部と、
- 撮像部から出力される画像信号をデジタル画素データに変換するA/D変換部と、
- 前記センサーチップの撮像素子の特性のばらつきを補正する特性補正部と、
- 前記複数のセンサーチップ相互の接続部において発生する画素データの欠落を補間する補間部とを備え、
- 上記特性補正部で上記撮像素子の特性のばらつきを補正した後に上記補間部で上記欠落画素の補間処理を行う
- ことを特徴とした画像読取装置。
- [2] 上記特性補正部は、上記撮像素子の黒レベルのばらつきを補正した後に感度のばらつきを補正することを特徴とする請求項1記載の画像読取装置。
- [3] 上記補間部は、欠落画素を含む複数の画素の平均値と欠落画素を含まない複数の画素の平均値が互いに等しくなるように補間を行って欠落画素の画素データを求める補間回路を少なくとも1つ備えること特徴とする請求項1記載の画像読取装置。
- [4] 前記補間回路が複数個設けられ、
- 前記欠落画素の近傍に位置する非欠落画素を補間対象画素としてそれぞれの補間回路で補間を行ったときの補間結果を評価し、最良の補間結果を生じた補間回路を用いて前記欠落画素の補間を行うことを特徴とする請求項3記載の画像読取装置。
- [5] 前記補間回路が、欠落画素の近傍の画素の値の最大値と最小値で出力範囲を制限する回路とを有することを特徴とする請求項3記載の画像読取装置。
- [6] 前記イメージセンサーのそれぞれ一部をなす複数の部分からの信号が並列に出力され、前記A/D変換部が、上記並列に出力される信号をそれぞれサンプルホールドする複数のサンプルホールド回路と、上記複数のサンプルホールド回路の出力を順次選択するスイッチと、上記スイッチの出力をA/D変換するA/D変換器とを有することを特徴とする請求項1記載の画像読取装置。

- [7] 上記撮像素子が、異なる色に対して感度を有する複数種類の撮像素子を含み、上記異なる色に対して感度を有する複数種類の撮像素子が所定の順序で配列され、上記補間部は、欠落画素と同じ色の画素の画素データのみに基づいて補間処理を行うことを特徴とする請求項1記載の画像読取装置。
- [8] 複数のセンサーチップを1列に配置した撮像部によって読取られた画像信号を処理する信号処理方法であって、
上記画像信号に含まれる、上記センサーチップの撮像素子の特性のばらつきを補正した後にセンサーチップ相互の接続部に発生する欠落画素の補間処理を行うことを特徴とした信号処理方法。
- [9] 上記特性のばらつきの補正が、上記撮像素子の黒レベルのばらつきの補正と、感度のばらつきの補正を含むことを特徴とする請求項8記載の信号処理方法。
- [10] 上記補間が、欠落画素を含む複数の画素の平均値と欠落画素を含まない複数の画素の平均値が互いに等しくなるように行われること特徴とする請求項8記載の画像読取装置。
- [11] 上記欠落画素の近傍に位置する非欠落画素を補間対象画素として、それぞれ異なる数の画素を用いて行って、その補間結果を評価し、評価の結果最良の結果をもたらすと判定された数と等しい数の画素を用いて、欠落画素の補間を行うことを特徴とする請求項10記載の信号処理方法。
- [12] 上記補間が、欠落画素の近傍の画素の値の最大値と最小値で出力範囲を制限することをさらに含むことを特徴とする請求項10記載の信号処理方法。
- [13] 上記撮像素子が、異なる色に対して感度を有する複数種類の撮像素子を含み、上記異なる色に対して感度を有する複数種類の撮像素子が所定の順序で配列され、
上記補間が、欠落画素と同じ色の画素の画素データのみに基づいて行われることを特徴とする請求項8記載の信号処理方法。

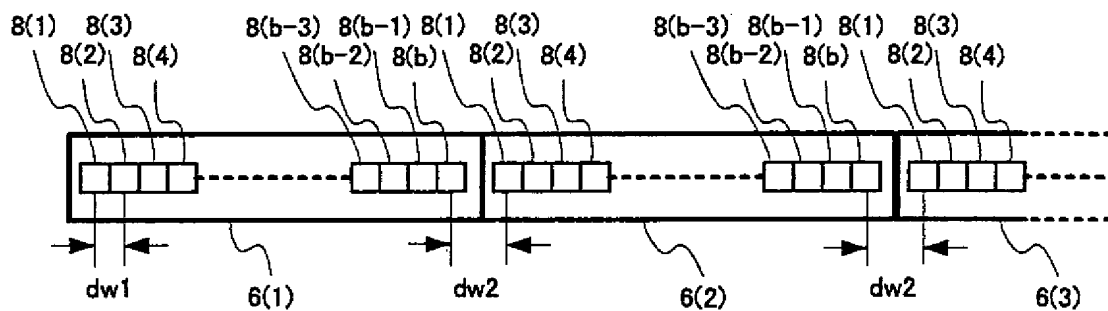
[図1]



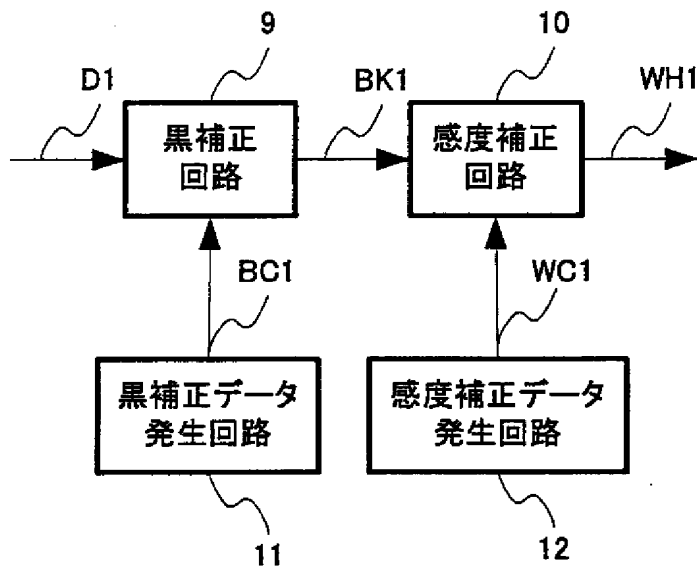
[図2]



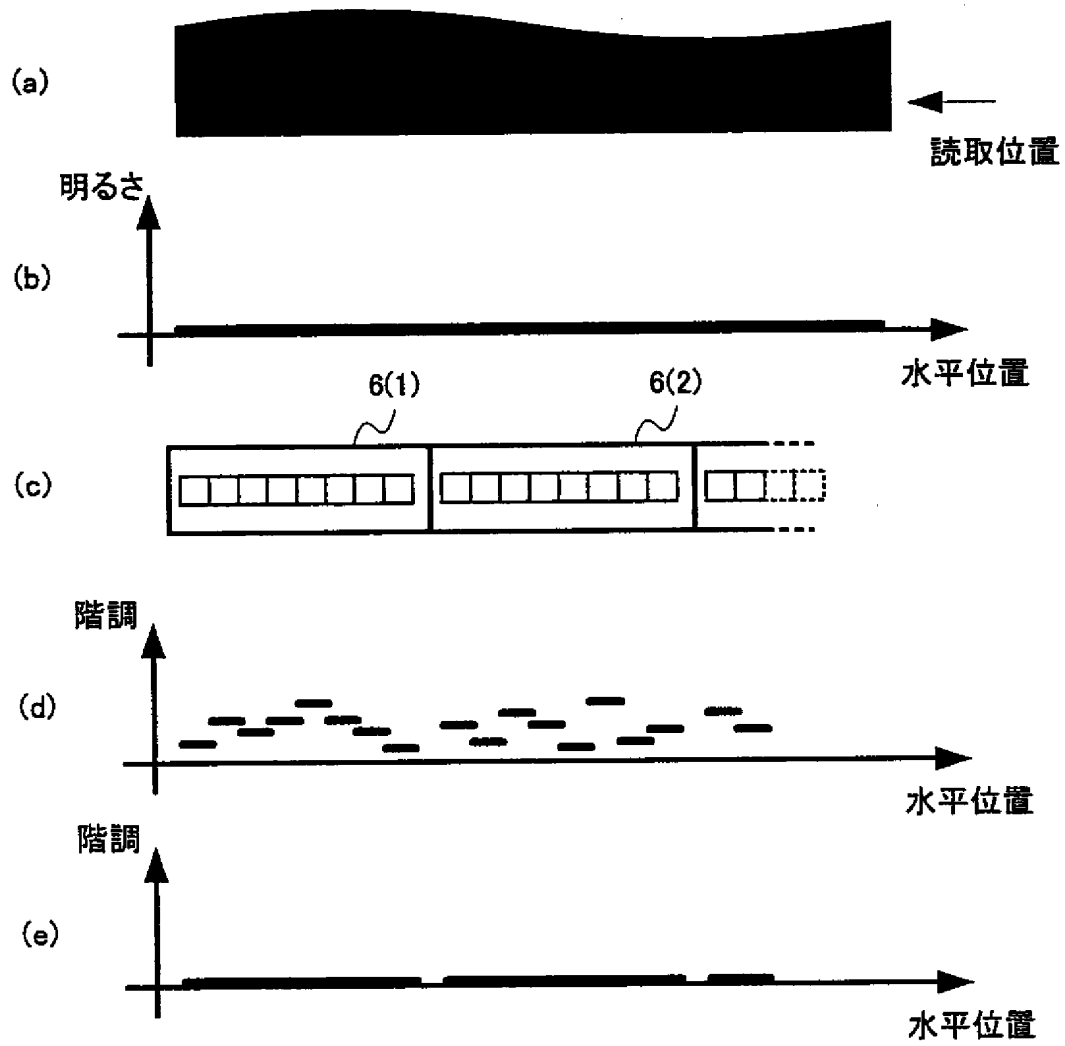
[図3]



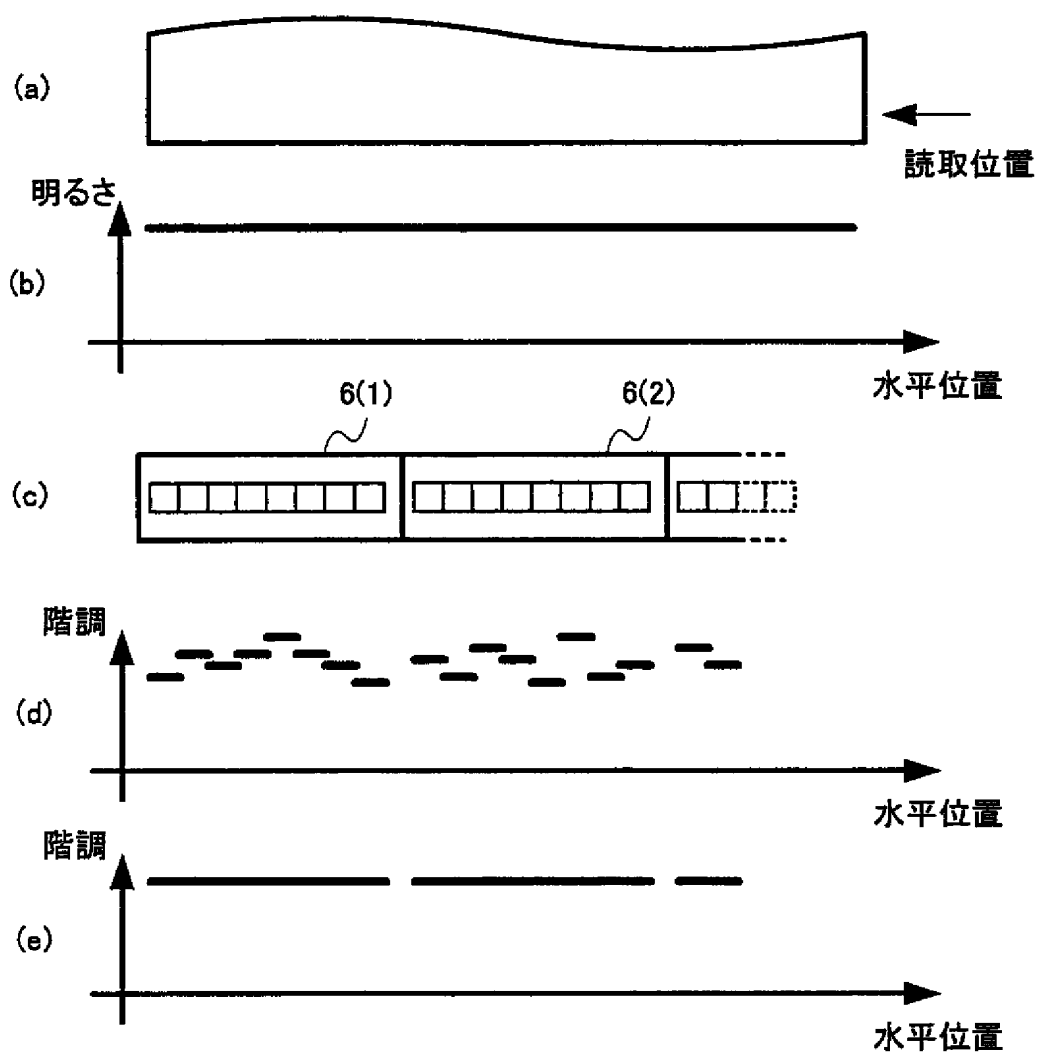
[図4]



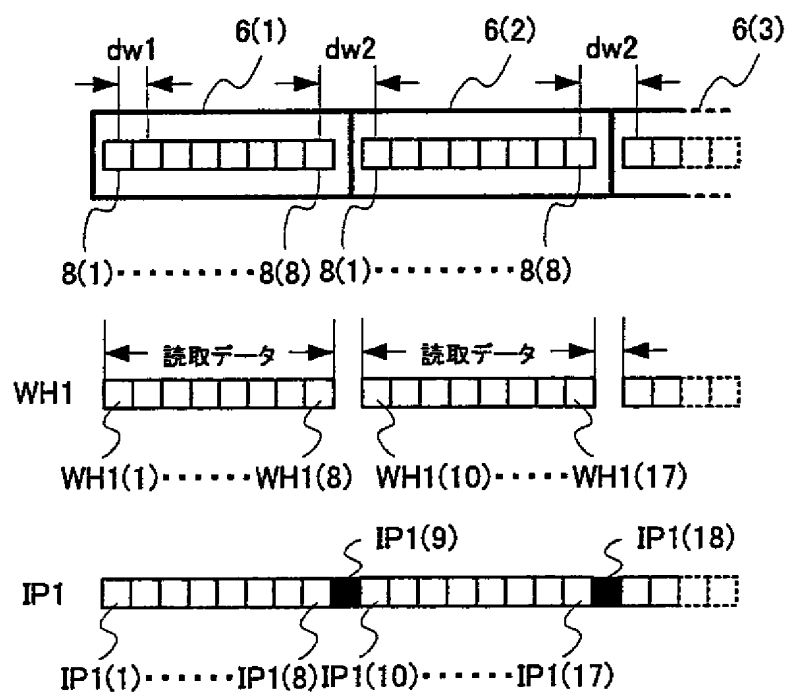
[図5]



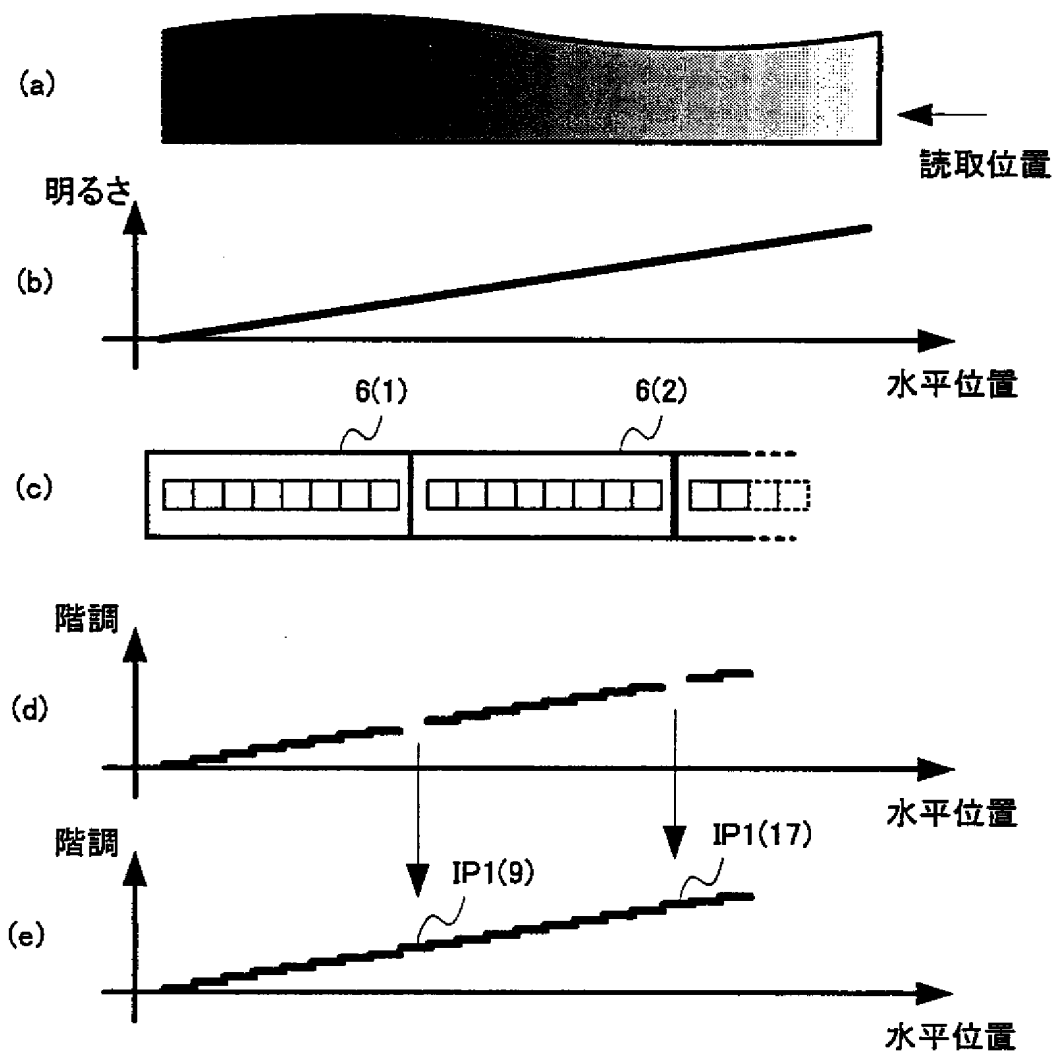
[図6]



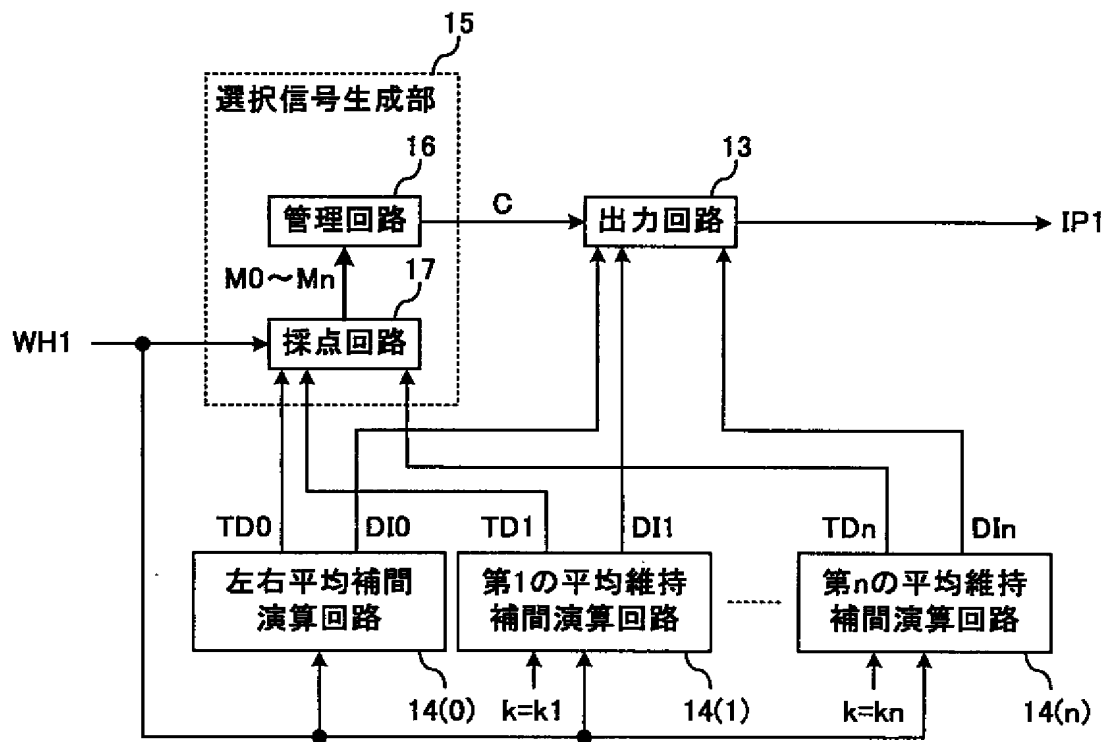
[図7]



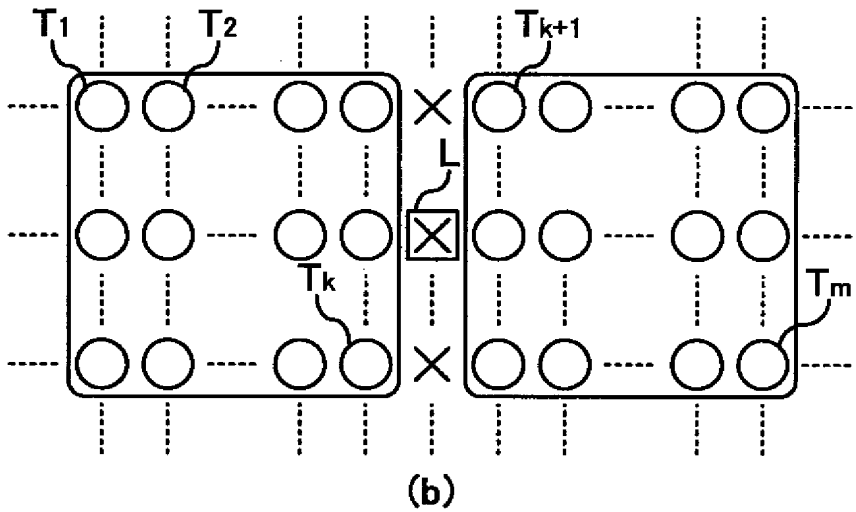
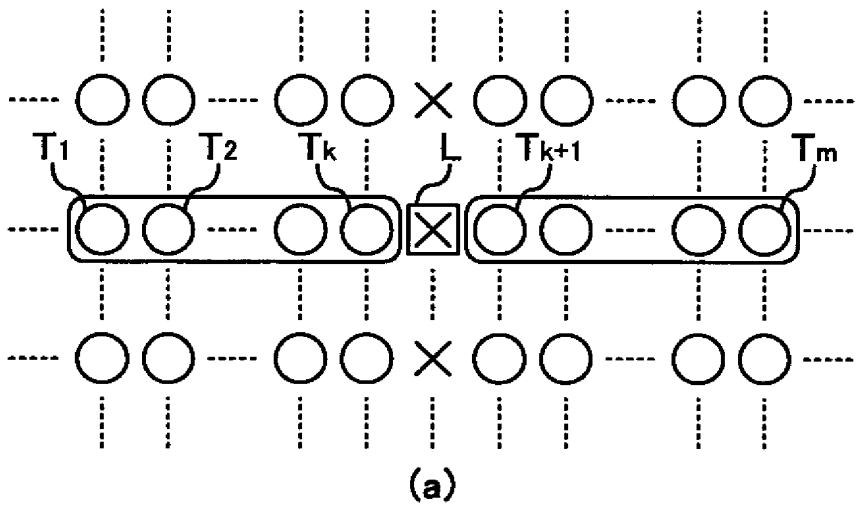
[図8]



[図9]



[図10]



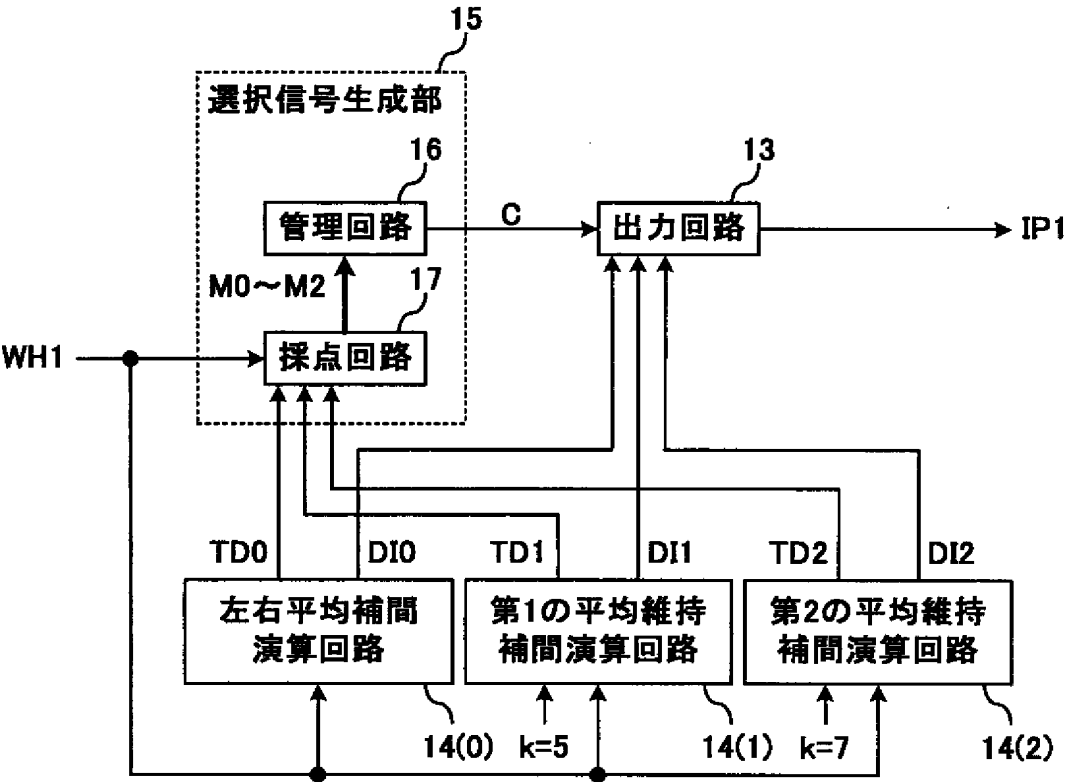
[図11]

	T_1	T_2	-----	T_m
左右平均補間演算回路	$M0[T_1]$	$M0[T_2]$	-----	$M0[T_m]$
第1の平均維持補間演算回路	$M1[T_1]$	$M1[T_2]$	-----	$M1[T_m]$
⋮	⋮	⋮		⋮
第nの平均維持補間演算回路	$Mn[T_1]$	$Mn[T_2]$	-----	$Mn[T_m]$

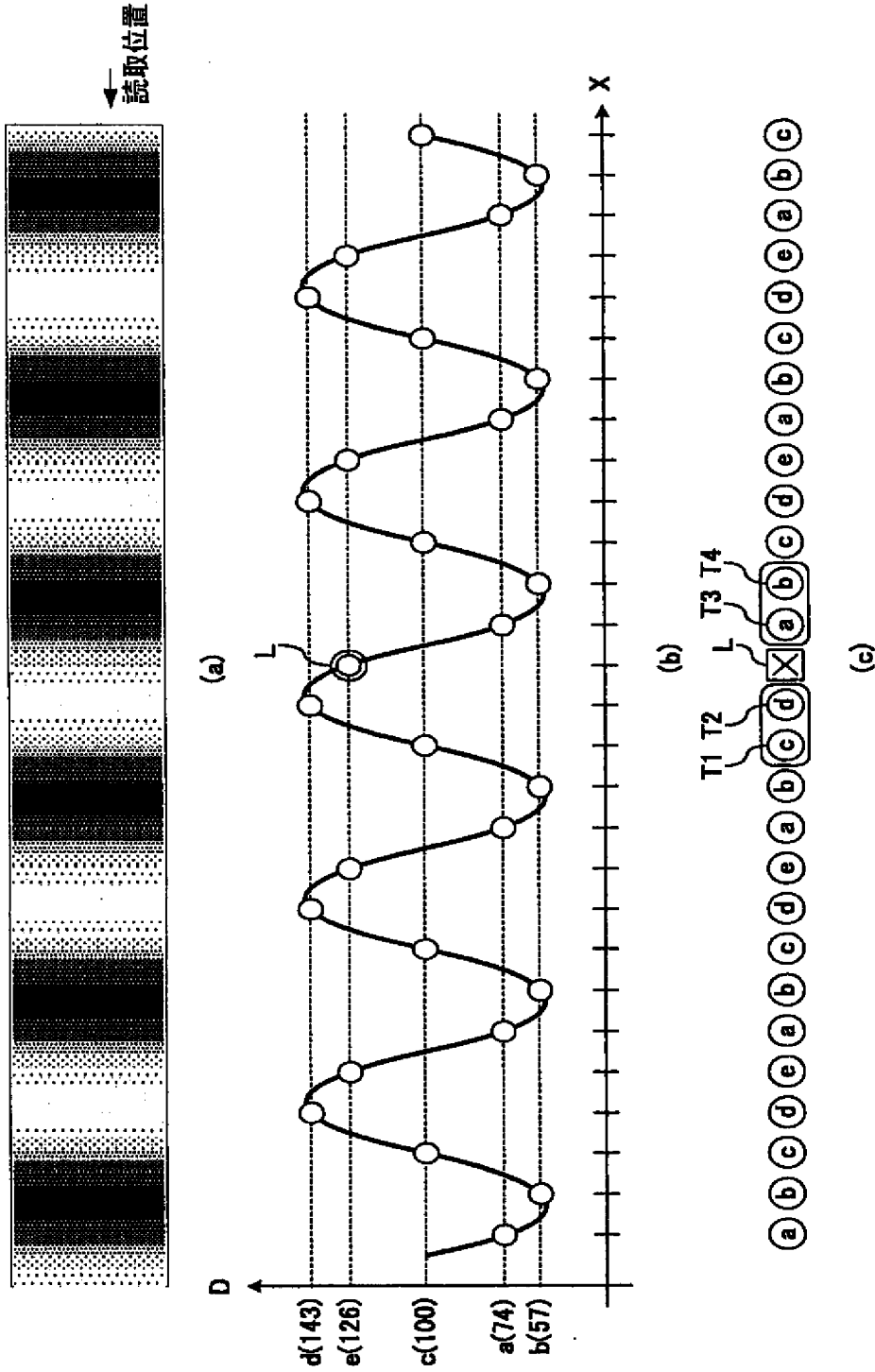
[図12]

左右平均補間演算回路	S0
第1の平均維持補間演算回路	S1
⋮	⋮
第nの平均維持補間演算回路	Sn

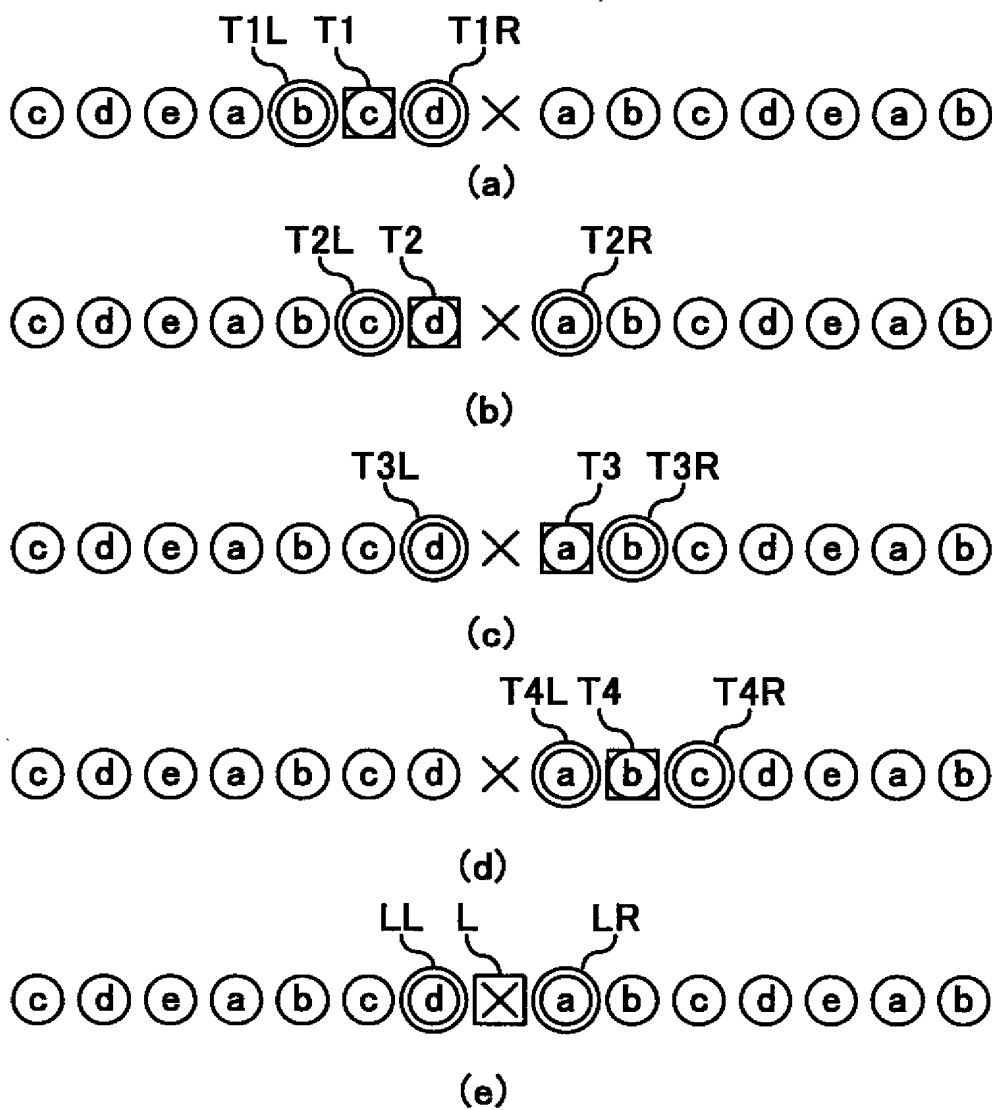
[図13]



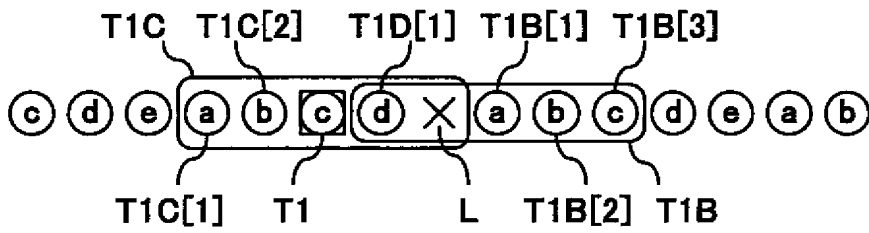
[図14]



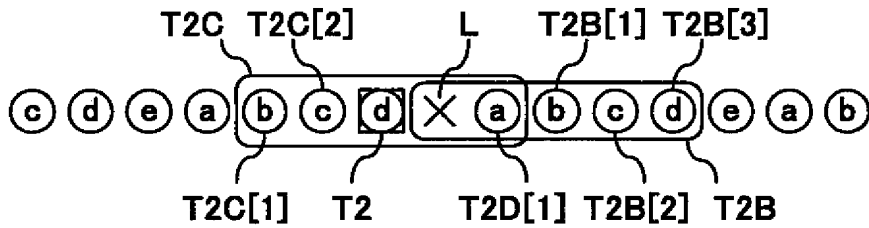
[図16]



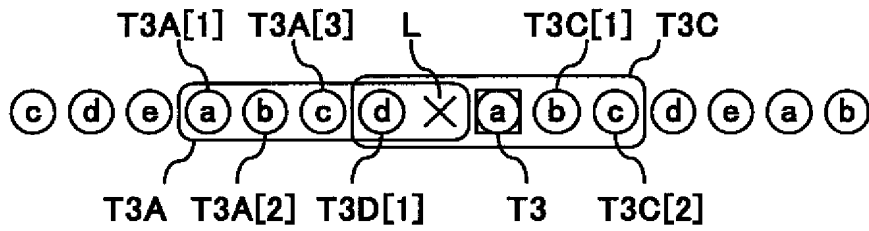
[図17]



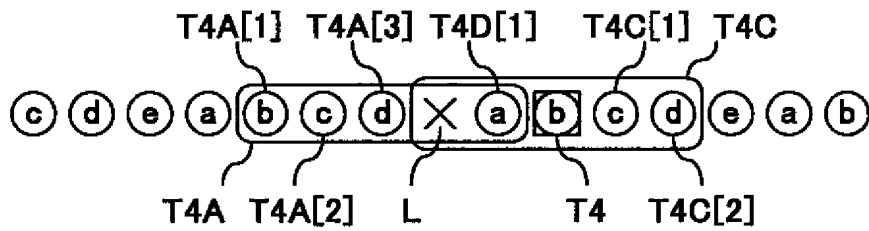
(a)



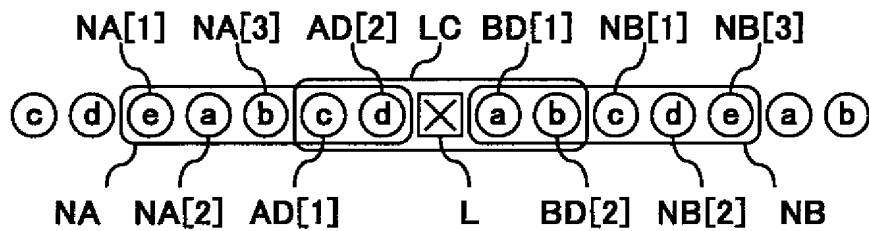
(b)



(c)

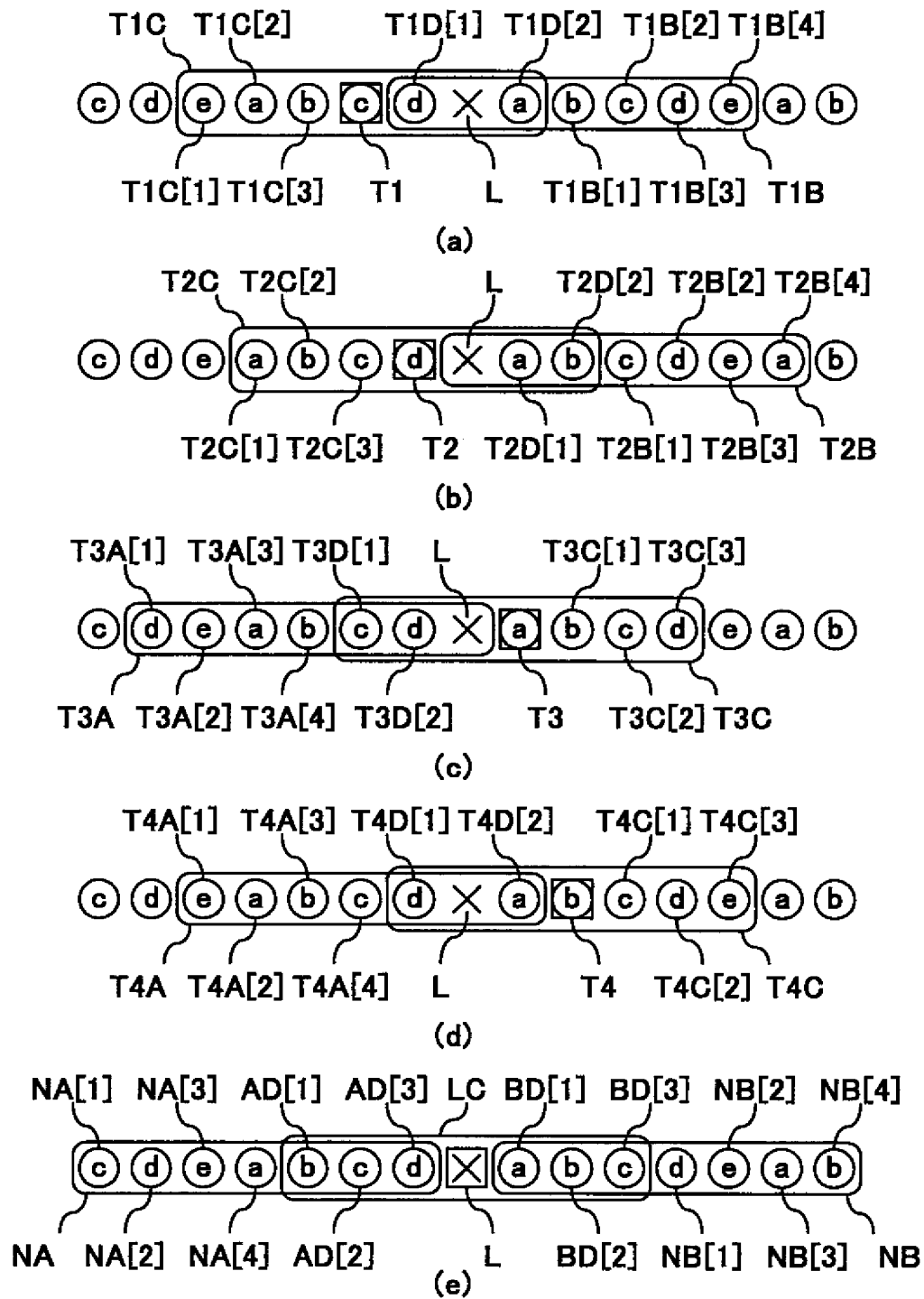


(d)



(e)

[図18]



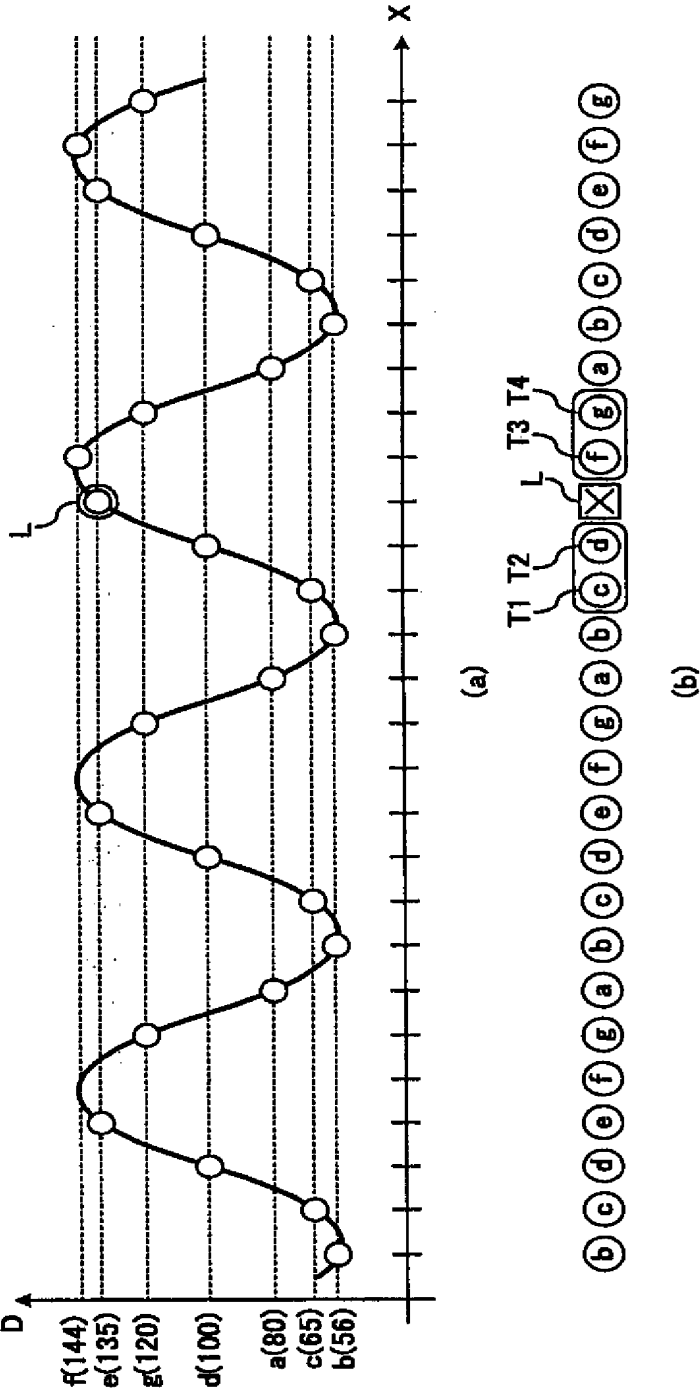
[図19]

	T1	T2	T3	T4
M0	0	56	26	30
M1	0	0	0	0
M2	69	69	26	69

[図20]

S0	112
S1	0
S2	233

[図21]



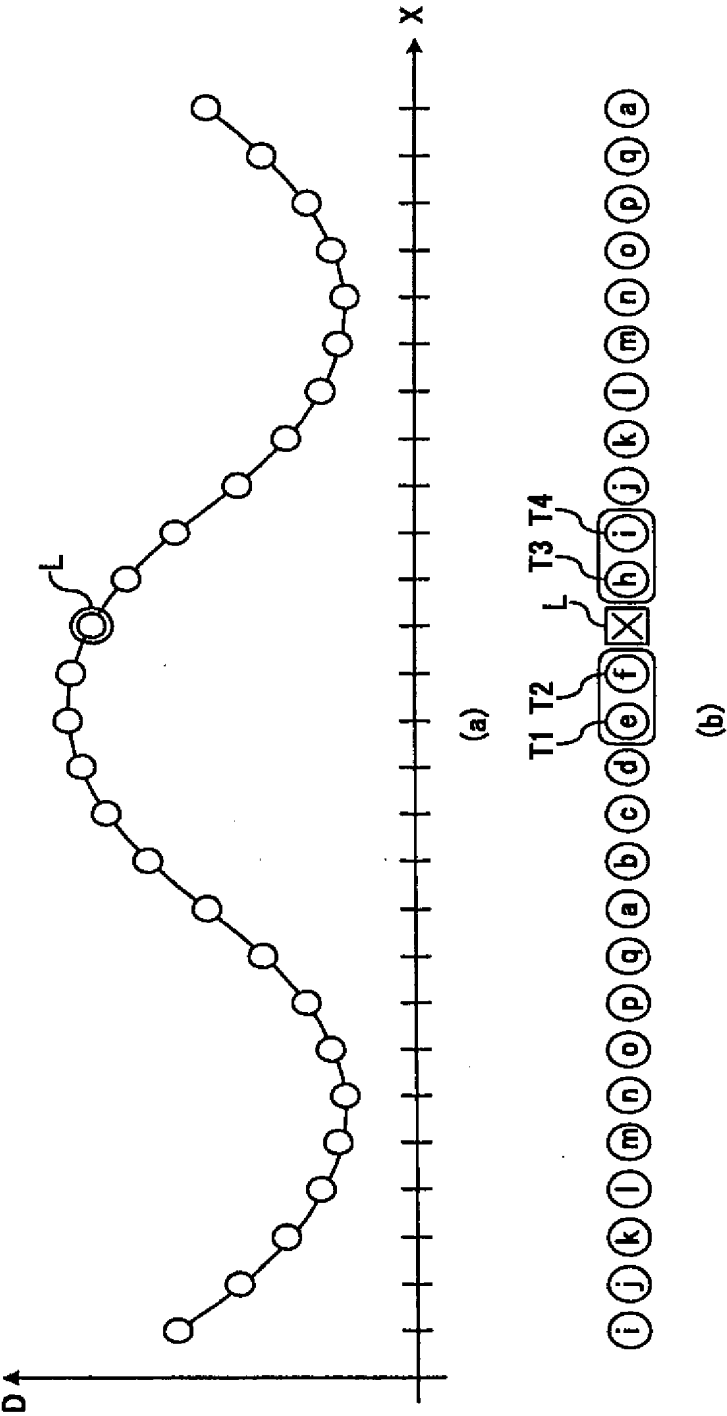
[図22]

	T1	T2	T3	T4
M0	13	4.5	71	8
M1	143	35	143	35
M2	0	0	0	0

[図23]

S0	96.5
S1	356
S2	0

[図24]



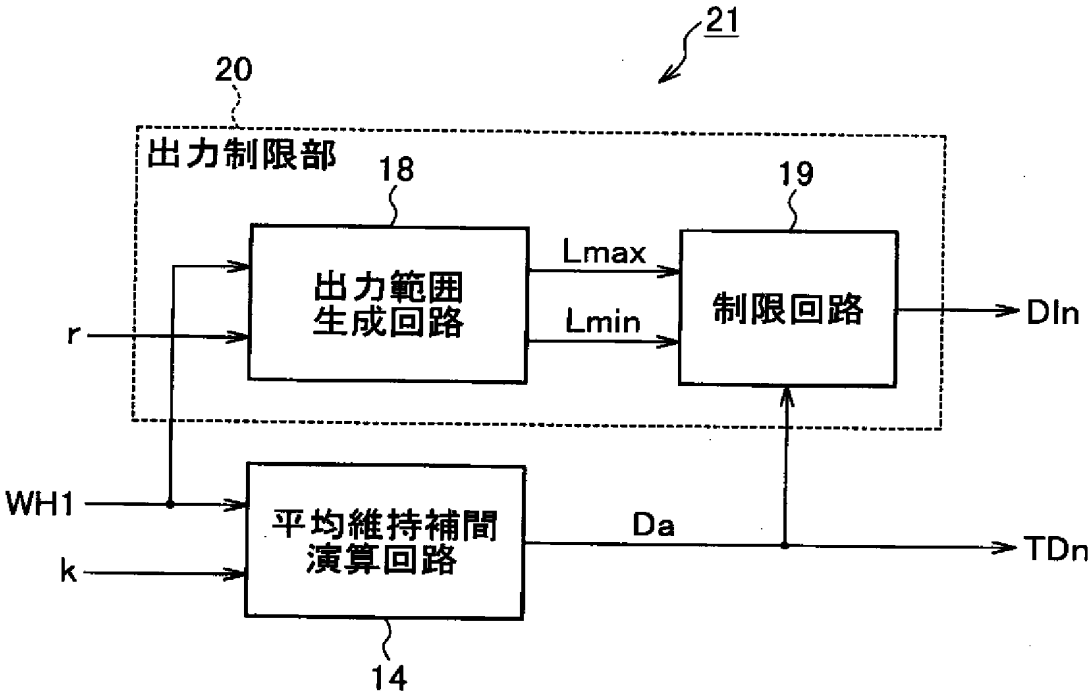
[図25]

	T1	T2	T3	T4
M0	3.5	8.5	1.5	0
M1	91	152	91	152
M2	191	269	86	191

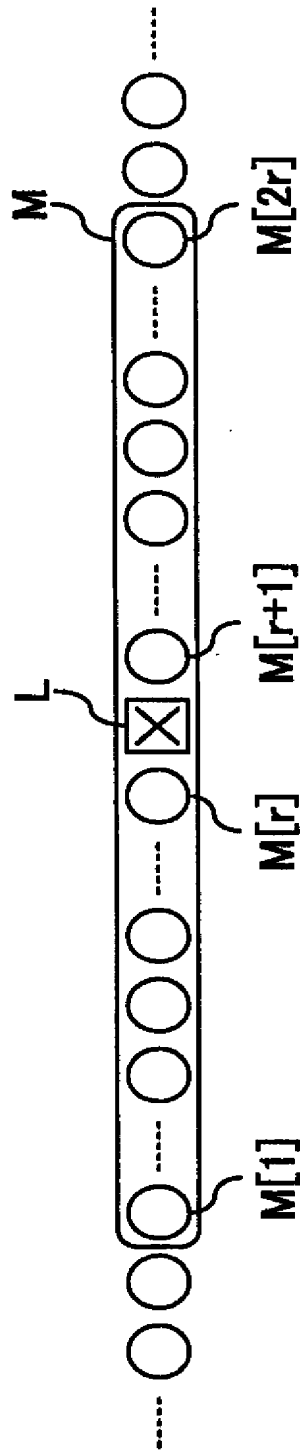
[図26]

S0	13.5
S1	486
S2	737

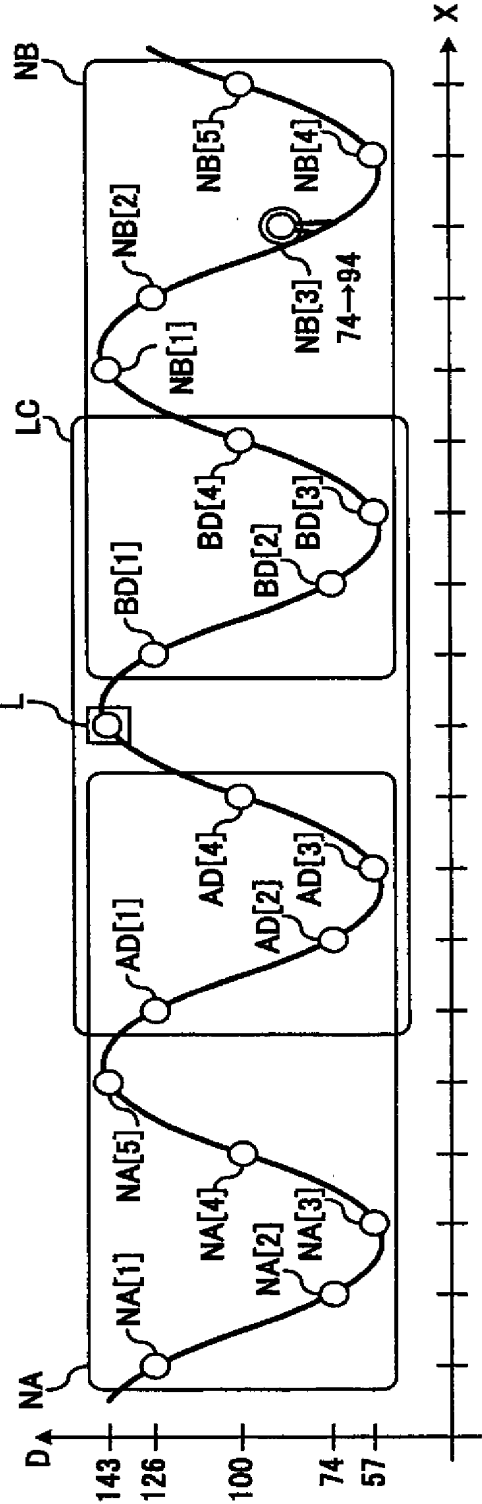
[図27]



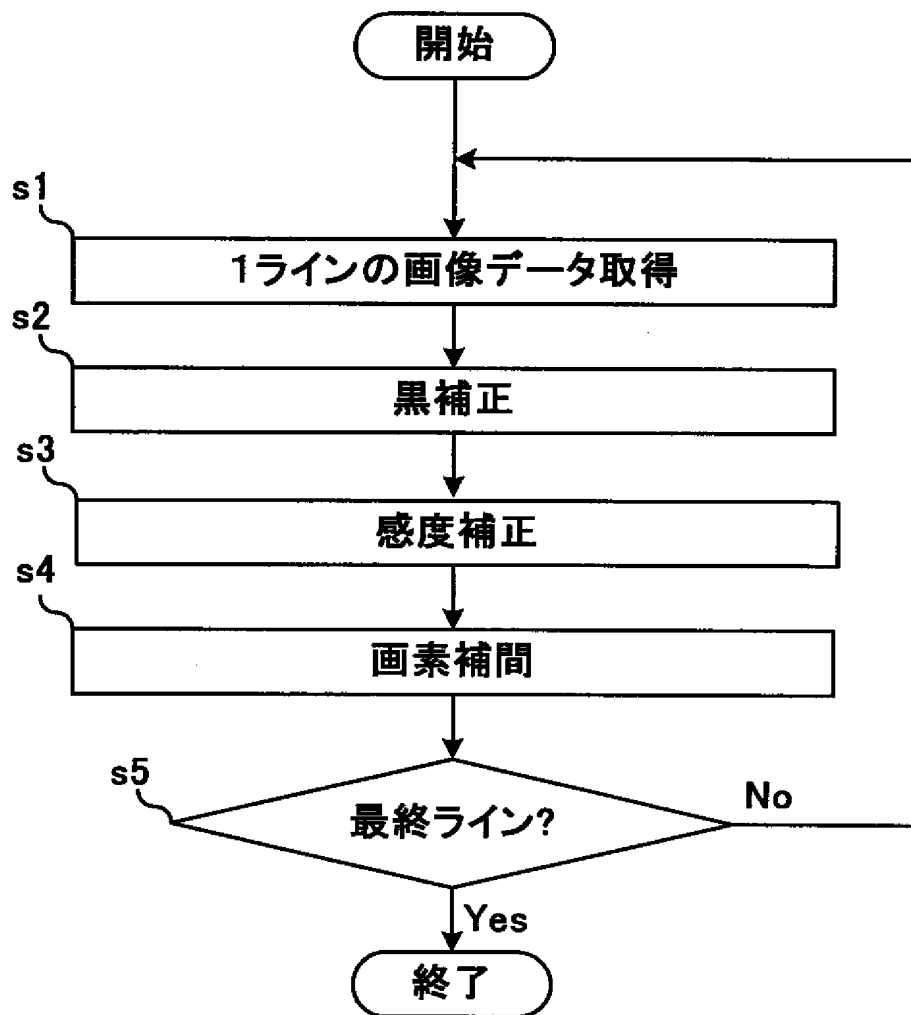
[図28]



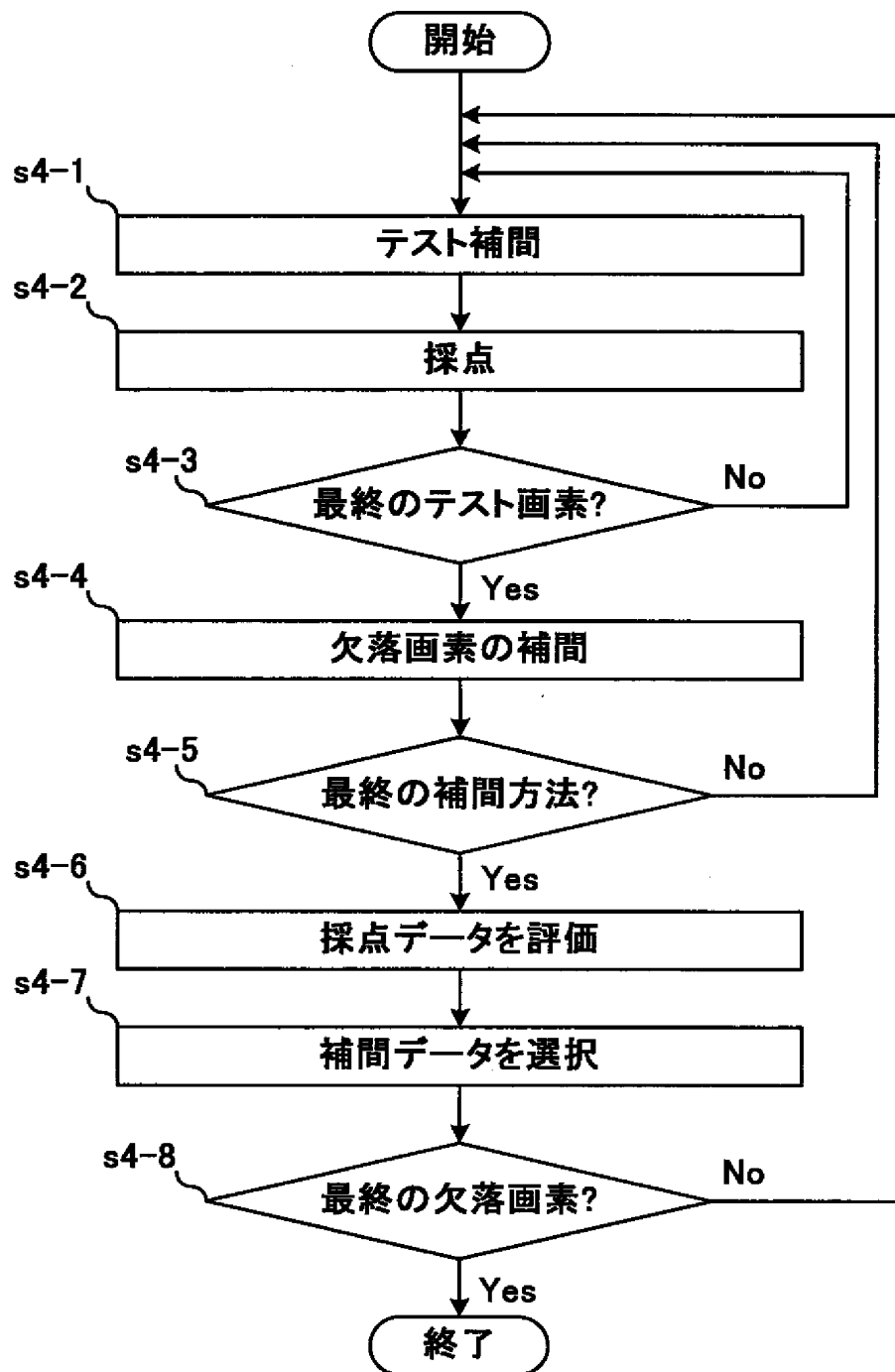
[図29]



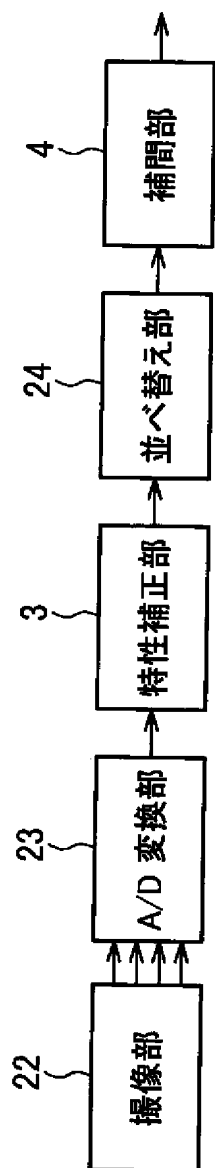
[図30]



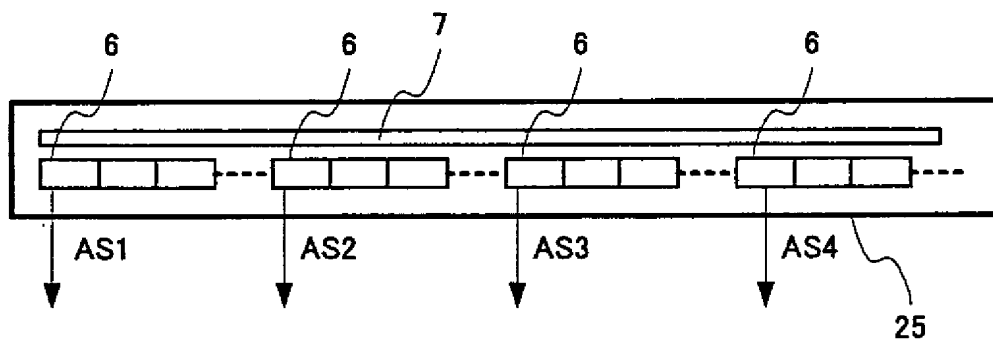
[図31]



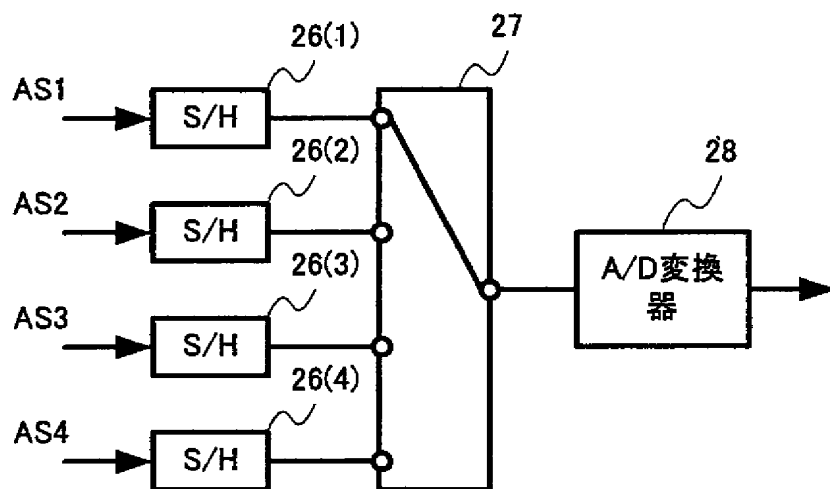
[図32]



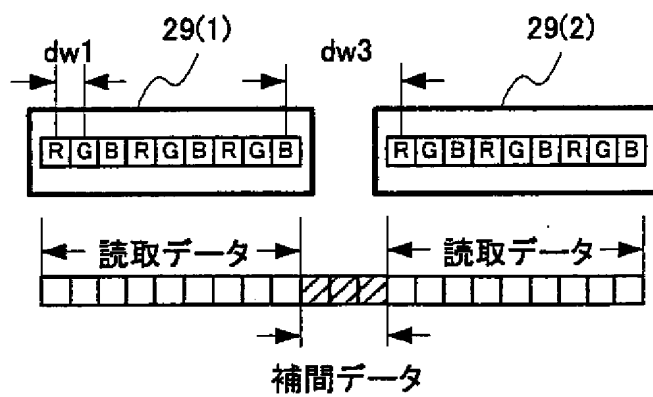
[図33]



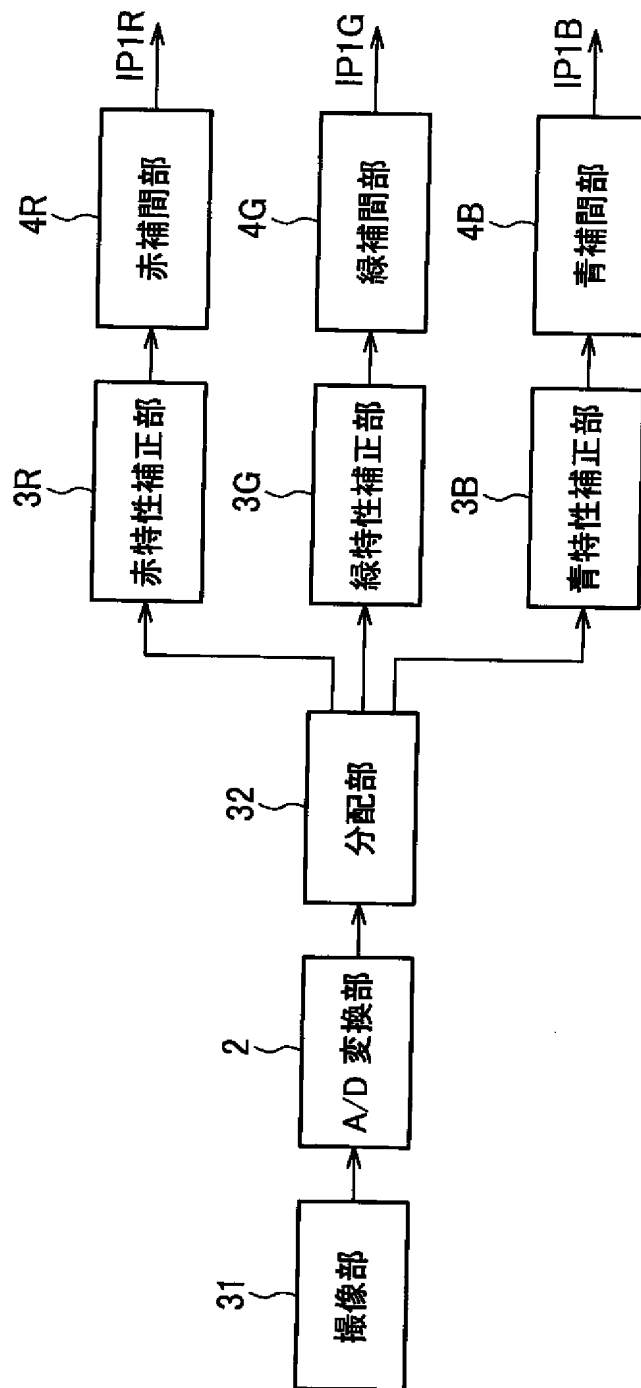
[図34]



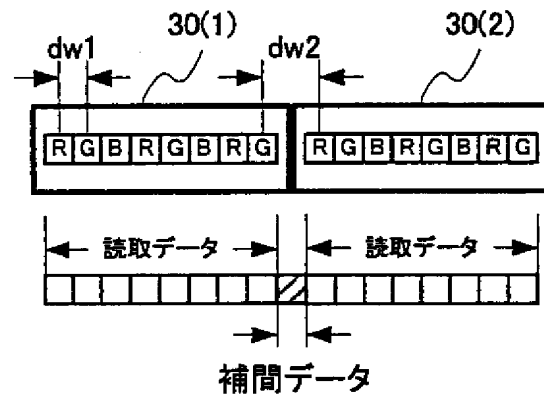
[図35]



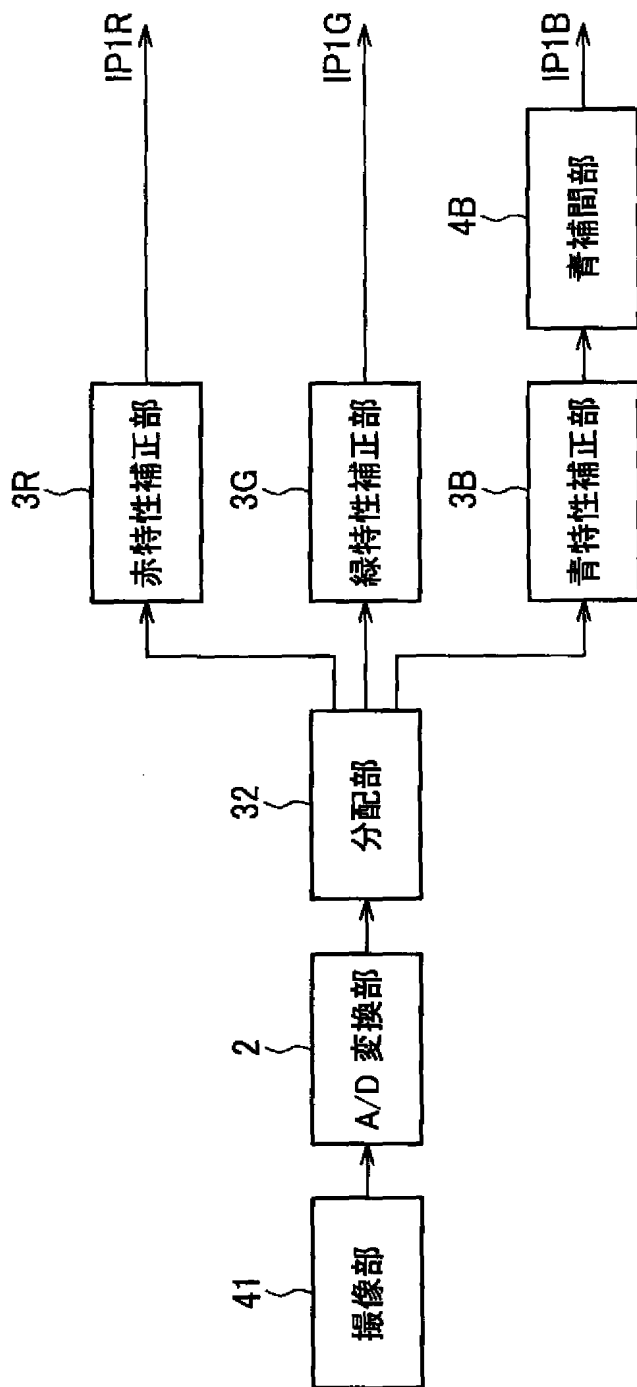
[図36]



[図37]



[図38]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009109

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H04N1/04, G06T1/00, H04N1/387, H04N1/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H04N1/04-1/207, G06T1/00, H04N1/387-1/393, H04N1/40-1/409

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2001-251482 A (Canon Inc.), 14 September, 2001 (14.09.01), Par. Nos. [0067] to [0069], [0090]; Figs. 2 to 3, 8 (Family: none)	1, 3, 8, 10 2, 6-7, 9, 13 4-5, 11-12
X Y A	JP 2002-232654 A (Ricoh Co., Ltd.), 16 August, 2002 (16.08.02), Par. Nos. [0083], [0099] to [0100], [0103] to [0134]; Figs. 5 to 16 (Family: none)	1, 8 2-3, 6-7, 9-10, 13 4-5, 11-12
Y Y	JP 6-296234 A (Ricoh Co., Ltd.), 21 October, 1994 (21.10.94), Par. Nos. [0019] to [0022]; Fig. 1 Par. Nos. [0045] to [0048]; Fig. 10 (Family: none)	2, 9 7, 13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 October, 2004 (21.10.04)Date of mailing of the international search report
09 November, 2004 (09.11.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009109

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-228168 A (Canon Inc.), 11 September, 1990 (11.09.90), Figs. 1, 5, 6, 8 (Family: none)	6
Y	US 5003380 A (Minolta Camera Kabushiki Kaisha), 26 March, 1991 (26.03.91), Fig. 2 & JP 64-10777 A	7,13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04N1/04 G06T1/00
H04N1/387
H04N1/40

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04N1/04-1/207 G06T1/00
H04N1/387-1/393
H04N1/40-1/409

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	J P 2001-251482 A (キャノン株式会社) 200 1.09.14, 段落【0067】-段落【0069】, 段落【0 090】, 図2-3, 図8, ファミリーなし	1,3,8,10 2,6-7,9,13 4-5,11-12
X Y A	J P 2002-232654 A (株式会社リコー) 200 2.08.16, 段落【0083】, 段落【0099】-段落【0 100】, 段落【0103】-段落【0134】, 図5-16, フ ァミリーなし J P 6-296234 A (株式会社リコー) 1994.1	1,8 2-3,6-7,9- 10,13 4-5,11-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.10.2004

国際調査報告の発送日

09.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮島 潤

5 V

8 4 2 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3571

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	0. 21, ファミリーなし	2, 9
Y	段落【0019】-段落【0022】, 図1	7, 13
	段落【0045】-段落【0048】, 図10	
Y	JP 2-228168 A (キャノン株式会社) 1990. 09. 11, 第1図, 第5図, 第6図, 第8図, ファミリーなし	6
Y	US 5003380 A (Minolta Camera Kabushiki Kaisha) 1991. 03. 26, 図2 & JP 64-10777 A	7, 13